

**KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

JEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**TRABZON-VAKFIKEBİR-TONYA ÜÇGENİNDE YÜZEYLEME VEREN EOSEN
YAŞLI VOLKANİK KAYAÇLARI KESEREK YERLEŞEN SOKULUM
KAYAÇLARININ (DAYKLARIN) PETROGRAFİK,
MİNERALojİK VE KİMYASAL AÇIDAN İNCELENMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Jeoloji Müh. Gülname REİSOĞLU

**AĞUSTOS 2009
TRABZON**

KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

JEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

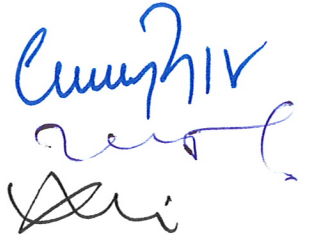
TRABZON-VAKFIKEBİR-TONYA ÜÇGENİNDE YÜZEYLEME VEREN EOSEN
YAŞLI VOLKANİK KAYAÇLARI KESEREK YERLEŞEN SOKULUM
KAYAÇLARININ (DAYKLARIN) PETROGRAFİK,
MİNERALOJİK VE KİMYASAL AÇIDAN İNCELENMESİ

Jeo. Müh. Gülname REİSOĞLU

Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsünce
“Jeoloji Yüksek Mühendisi”
Unvanı Verilmesi İçin Kabul Edilen Tezdir.

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 01.07.2009
Tezin Savunma Tarihi : 20.08.2009

Tez Danışmanı : Prof. Dr. Cüneyt ŞEN
Jüri Üyesi : Yrd.Doç.Dr. İbrahim UYSAL
Jüri Üyesi : Doç.Dr. Ali Osman YILMAZ



Enstitü Müdürü : Prof. Dr. Salih TERZİOĞLU

Trabzon 2009

ÖNSÖZ

Bu çalışma Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalında 2008-2009 Eğitim Öğretim Yılı Güz Döneminde “Yüksek Lisans Tezi” olarak hazırlanmıştır. Bu çalışma Trabzon-Tonya-Vakfikebir üçgeninde yüzeyleme veren özellikle Eosen yaşlı volkanik kayalar keserek yerleşen sokulum kayalarının (daykların) petrografik, mineralojik ve kimyasal özelliklerinin incelenmesini amaçlamıştır.

Bu çalışmanın her aşamasında hoşgörüsünü, yardımını, önerisini ve desteğini esirgemeyen tez hocam Prof. Dr. Cüneyt ŞEN’e en içten dileklerle teşekkür ederim.

Özellikle arazi çalışmalarım sırasında bana değerli vaktini ayıran Arş. Gör. Cem YÜCEL’e teşekkürlerimi sunarım.

Tez yazımı sırasında bana değerli vakitlerini ayıran Yrd. Doç. Dr. Yener EYÜBOĞLU’na, Uzm. Dr. İrfan Temizel’e, Arş. Gör. Hatice KADAYIFÇI’ya, Arş. Gör. Kamer KUDUN YOZGAT’a, Arş. Gör. Emre AYDINÇAKIR’a ve Jeo. Müh. Seçil CELEP’e teşekkür ederim.

Yaşamımın her anında benden maddi ve manevi desteklerini esirgemeyen değerli aileme şükranlarımı sunarım.

Gülname REİSOĞLU
Trabzon 2009

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa No</u>
ÖNSÖZ.....	II
İÇİNDEKİLER.....	III
ÖZET.....	V
SUMMARY	VI
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	VII
TABLolar DİZİNİ	IX
SEMBOLLER DİZİNİ.....	X
1. GENEL BİLGİLER.....	1
1.1. Giriş ve Amaç.....	1
1.2. Coğrafi Bilgiler.....	2
1.2.1. Coğrafi Konum	2
1.2.2. Topoğrafya.....	3
1.2.3. İklim ve Bitki Örtüsü.....	3
1.2.4. Ulaşım ve Yerleşim	3
1.3. Doğu Pontidlerin ve Doğu Pontid Kuzey Zonu'nun Genel Jeolojisi ...	4
1.4. Önceki Çalışmalar	10
2. YAPILAN ÇALIŞMALAR.....	13
2.1. Çalışmanın Amaç ve Kapsamı	13
2.1.1. Arazi Çalışmaları.....	13
2.1.2. Laboratuvar Çalışmaları	14
2.1.2.1. İnce Kesitlerin Hazırlanması	14
2.1.2.2. Mikro Fotoğrafların Çekimi	14
2.1.2.3. Örneklerin Hazırlanması ve Analiz Edilmesi	14
2.1.3. Büro Çalışmaları.....	15
3. BULGULAR	16
3.1.1. Çağlayan Formasyonu (Üst Kretase).....	16
3.1.2. Bakırköy Formasyonu (Üst Kretase).....	17
3.1.3. Kabaköy Formasyonu (Eosen)	17
3.1.4. Beşirli Formasyonu (Pliyosen?)	17

3.1.5.	Kırmızı Killer (Pliyo-Kuvaterner)	18
3.1.6.	Taraçalar (Pliyo-Kuvaterner).....	18
3.1.7	Alüvyonlar (Kuvaterner)	19
3.2.	Volkanik Kayaçların ve Daykların Petrografik Özellikleri	22
3.2.1.	Yoroz Burnu Taşocağı.....	22
3.2.2.	Fol Vadisi	26
3.2.3.	Trabzon Merkez.....	28
3.2.4.	İnceleme Alanlarında Görülen Yan Kayaçların Mineralojisi.....	29
3.2.4.1.	Fol Vadisi	48
3.2.4.2.	Yoroz Burnu Taşocağı.....	32
3.2.4.3.	Trabzon Merkez.....	34
3.3.	Volkanik Kayaçların Jeokimyası.....	37
3.3.1.	Giriş	37
3.3.2.	Eosen Volkanitlerinin Jeokimyası	37
3.3.2.1	Ana ve İz Elementler	37
3.3.2.2	Uyumsuz Elementler	45
3.3.2.3	Nadir Toprak Elementler	45
4.	İRDELEME	48
5.	SONUÇLAR.....	53
6.	KAYNAKLAR.....	55
7.	EKLER	62
ÖZGEÇMİŞ		

ÖZET

Bu çalışma Trabzon-Tonya-Vakfıkebir yörelerinde yüzeyleme veren Eosen yaşlı volkanik kayalar ve bunları kesen bilinmeyen yaştaki daykların petrografik, jeolojik ve petrolojik özelliklerine odaklanır.

Doğu Pontid Magmatik Arkı'nın Kuzey Zonu'nda yer alan çalışma alanında, Eosen istifli bazaltik karakterli yastık lavlar ile başlar ve üste doğru aglomera ve tüflere geçer. Tüm bu kayalar bilinmeyen yaştaki bazaltik dayklar tarafından kesilirler. Hem Eosen volkanikleri ve hem de onları kesen dayklar mikrolitik porifirik dokuya sahiptir. Plajiyoklas ve klinopiroksen ana bileşenlerdir. Olivin ve lösit ise daha az oranlarda bulunur. Kalsit ve Zeolit bu kayalarda ikincil mineral olarak bulunur.

Eosen volkanikleri ve dayklar oldukça benzer jeokimyasal özellikler sunarlar. Bu kayalar düşük-orta K_2O içerikleri ile kal-alkali karaktere sahiptirler. Harker değişim diyagramlarında SiO_2 ye karşı Na_2O , K_2O ve Al_2O_3 pozitif korelasyon gösterirken, CaO ve MgO negatif korelasyon sunar. Bu negatif ve pozitif trendler plajiyoklas, hornblend, Fe-Ti oksit ve apatit gibi minerallerin fraksiyonel kristalleşmesinin bu kayaların gelişiminde önemli bir rol oynadığını gösterir. Bununla birlikte, iz elementler SiO_2 ile belirgin korelasyonlar göstermez. Bu durum kayaların gelişiminde kabuksal kirlenmenin varlığına işaret etmektedir. Her iki kayaç grubu kondirit ve N-Tipi MORB'a göre normalleştirilmiş iz element dağılım diyagramlarında negatif Nb, Ta, Zr ve Ti anomalileri gösterir.

Eosen volkanikleri ve onları kesen bilinmeyen yaştaki dayklar arasındaki bütün bu jeokimyasal benzerlikler, bu kayaların çarpışma-sonrası bir jeotektonik ortamda aynı veya benzer bir magma kaynağından türemiş olduklarını göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Doğu Pontid, Petrografi, Jeokimya, Petroloji, Fraksiyonel Kristallenme,

SUMMARY

Petrographical, Mineralogical and Chemical Investigation of Dikes Cutting Eocene Volcanics Exposing in the Trabzon-Vakfikebir-Tonya Area

This study focuses on the petrographical, geological and petrological characteristics of the Eocene volcanics and dikes of unknown age exposing in the Trabzon-Tonya-Vakfikebir region.

In the study area which is situated in the northern part of the Eastern Pontide Magmatic Arc, The Eocene sequence starts with basaltic pillow lavas and grades upward agglomerates and tuffs. These rocks are cut by dikes of unknown age. Both Eocene volcanics and dikes show a microlithic porphyritic texture with mainly plagioclase and clinopyroxene (augite), and rarely olivine and leucite in fine-grained matrix. Calcite and zeolite occur as seconder phases in the rock.

Eocene volcanics and dikes exhibit very similar geochemical characteristics. They are calc-alkaline in nature with low to medium K_2O contents. On the Harker variation diagrams, Na_2O , K_2O and Al_2O_3 correlate positively with SiO_2 , while CaO and MgO display negative correlations. These trends suggest that fractional crystallization of mineral phases such as plagioclase, hornblende, Fe-Ti oxide and apatite played an important role in evolution of the studied rocks. However, some trace elements don't show typical positive or negative correlations with SiO_2 . These unsystematic distributions imply that crustal contamination is very effective in evolution of the studied rocks. Chondrite and N-Type MORB-normalized trace and rare earth element patterns display typical negative Nb, Ta Zr and Ti anomalies.

All these geochemical similarities between Eocene volcanics and dikes of unknown age support that these rocks were derived from same or similar mantle source in a post-collisional geotectonic setting.

Key words: Eastern Pontide, Petrgraphy, Geochemistry, Petrology, Fractional crystallization,

ŞEKİLLER DİZİNİ

	<u>Sayfa No</u>
Şekil 1.	Çalışma alanına ait yer bulduru haritası..... 2
Şekil.2.	Türkiye'nin Tektonik Birlikleri..... 8
Şekil 3.	Doğu Pontidlerin Ana Yapısal Özellikleri 8
Şekil 4.	Doğu Pontid Kuzey Zonu'nun Stratigrafik Kolon Kesiti..... 9
Şekil 5.	Fener burnu civarındaki taraçalardan bir görünüm..... 18
Şekil 6.	Doğu Pontidler'e ait jeolojik harita..... 20
Şekil 7.	İnceleme Alanına Ait Stratigrafik Kolon Kesit..... 21
Şekil 8.	Yoroz Taşocağı'nda (Akçaabat) görülen Kabaköy Formasyonu..... 22
Şekil 9.	Yoroz Taşocağı civarında görülen yastık bazaltlar (a), yastık bazaltlarda bulunan lav kabuğu (dış kabuk) ve damla şekli..... 24
Şekil 10.	Yoroz Taşocağı civarında görülen aglomeralardan bir görünüm..... 25
Şekil 11.	Yoroz Taşocağı civarında yastık bazaltlar üzerinde bulunan genç sedimanter kayalar..... 25
Şekil 12.	Yoroz Taşocağında görülen dayk (a), Akçakale civarında rastlanan dayk (b),Aşağı mahalle civarındaki dayk (c), Cami mahallesi civarında görülen dayk..... 26
Şekil 13.	Tonya yolu üzerinde Sağlık Ocağı civarında gözlemlenen dayklar..... 27
Şekil 14.	Fol Vadisi boyunca görülen bazaltlar..... 27
Şekil 15.	Petrol ofisi civarında (Tonya- Vakfikebir yolu) görülen yastık lavlar..... 28
Şekil 16.	Tanjant (Trabzon) alanında görülen dayklar ve bazaltlar 28
Şekil 17.	Fol vadisi boyunca bazaltlarda görülen plajiyoklas mineralinin (a) tek nikol, (b) çapraz nikol görüntüsü 30
Şekil 18.	Fol vadisi boyunca bazaltlarda görülen klinopiroksen mineralinin (a) tek nikol, (b) çapraz nikol görüntüsü 30
Şekil 19.	(a) Vakfikebir-Tonya yolu üzerindeki yastık lavlarda görülen plajiyoklas ve ojit minerali,(b) yastık bazaltlarda tek nikolde görülen kalsit, (c) yastık bazaltlarda çapraz nikolde kalsit minerali, (d) yastık lavlarda görülen zonlu ojit (klinopiroksen) minerali 31
Şekil 20.	Sahil boyu bazaltlarda (a) tek nikolde, (b) çapraz nikolde olivin minerali 31
Şekil 21.	Vakfikebir –Tonya yolu üzerinde rastlanan dayklardaki (a) tek nikol, (b) çapraz nikolde klinopiroksen (ojit) minerali 32

Şekil 22.	Yoroz mevkiinde yastık bazaltlarda çapraz nikelde görülen (a) klinopiroksen (ojit) ve kümelenmiş plajiyoklas mineralleri, (b) zeolit minerali.....	33
Şekil 23.	Yoroz mevkiindeki tüflerde çapraz nikelde görülen klinopiroksen (ojit) minerali.....	33
Şekil 24.	Yoroz mevkiinde görülen aglomeralarda (a) çapraz nikelde, (b) tek nikelde klinopiroksen (ojit) görüntüsü.....	34
Şekil 25.	(a, b)Yoroz mevkiindeki dayklarda görülen klinopiroksenlerin çapraz nikeldeki görüntüsü, (b) klinopiroksen kümelenmesi (kümülofirik doku), dayklarda görülen kalsitlerin ve lösit mineralinin (c) tek nikel ve (d) çapraz nikel görüntüsü.....	35
Şekil 26.	Trabzon (Tanjant) mevkiindeki bazaltlarda görülen (a) biyotit minerali, (b) tek nikelde olivin, (c) çapraz nikelde olivin minerali	36
Şekil 27.	(a) Analizi yapılan tüm kayaçların, (b) Daykların, (c) Yan kayaçların SiO ₂ 'e karşı Na ₂ O+ K ₂ O diyagramı	40
Şekil 28.	(a) Analizi yapılan tüm kayaçların, (b) Daykların , (c) Yan kayaçların SiO ₂ Zr/TiO ₂ *0.0001 adlandırma diyagramındaki dağılımı	42
Şekil 29.	Analizi yapılan tüm kayaçların ve daykların SiO ₂ 'ye karşı ana element oksit değişim diyagramları	43
Şekil 30.	Analizi yapılan tüm kayaçların ve daykların SiO ₂ 'ye karşı iz element değişim diyagramları.....	44
Şekil 31.	(a) Analizi yapılan tüm kayaçların, (b) Daykların , (c) Yan kayaçların N tipi MORB'a göre normalize edilmiş iz element dağılım diyagramları	46
Şekil 32.	(a) Analizi yapılan tüm kayaçların, (b) Daykların , (c) Yan kayaçların kondrite göre normalize edilmiş nadir toprak element diyagramları	47
Şekil 33.	Eosen volkanik kayaçlarının ve daykların (a) Zr/Al ₂ O ₃ -TiO ₂ /Al ₂ O ₃ , (b)TiO ₂ - La-Hf, (c) Ce/P ₂ O ₅ / Zr/TiO ₂ , (d) Zr-Nb-P ₂ O ₅ tektonik ortam ayırtman diyagramları	51
Şekil 34.	Jura, Üst Kretase ve Eosen volkanik kayaçlarının N tipi MORB'a göre normalize edilmiş nadir toprak element diyagramı	52
Şekil 35.	Jura, Üst Kretase ve Eosen volkanik kayaçlarının kondirite göre normalize edilmiş nadir toprak element diyagramı	52

TABLÖLAR DİZİNİ

	<u>Sayfa No</u>
Tablo 1. Ana, iz ve nadir toprak elementlerinin dedeksiyon limitleri.....	15
Tablo 2. Eosen volkanitlerinin ana (%), iz ve nadir toprak element (ppm) analizleri.....	38

SEMBOLLER VE KISALTMALAR DİZİNİ

An	: Anortit
Bi	: Biyotit
cm	: Santimetre
gr	: Gram
YAEE	: Yüksek alan enerjili elementler
ANTE	: Ağır nadir toprak elementler
Ka	: Kalsit
Kpr	: Klinopiroksen
L	: Lössit
BİLE	: Büyük iyonlu litofil elementler
HNTE	: Hafif nadir toprak elementler
m	: Metre
OOSB	: Okyanus ortası sırtı bazaltları
NTE	: Nadir toprak elementler
Ol	: Olivin
Pir	: Piroksen
Plj	: Plajiyoklas
wt %	: Yüzde olarak ağırlık
Z	: Zeolit

1. GENEL BİLGİLER

1.1. Giriş ve Amaç

Coğrafik olarak Doğu Karadeniz Bölgesi, “Doğu Pontidler” olarak isimlendirilen jeotektonik birime karşılık gelir ve Alpin Metalojenik Kuşağında yer alır (Hamilton 1842). Bu jeotektonik birim Karadeniz’in güneydoğu sahili boyunca uzanan, 500 km uzunluğunda ve 200 km genişliğinde olan bir zincirden oluşur ve kuzeyden Karadeniz ile sınırlanır.

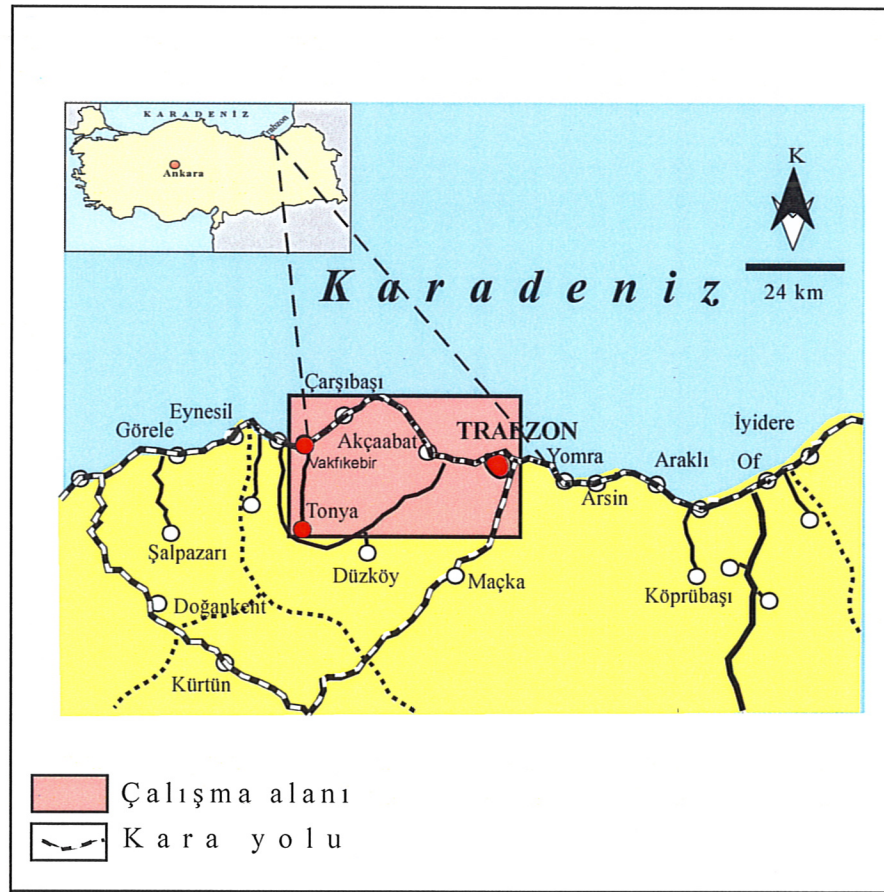
İnceleme alanı Türkiye’nin kuzeydoğusu’nda ve Alp-Himalaya Dağ Kuşağı üzerinde olan Doğu Karadeniz Dağları’nın kuzey kesiminde yer almaktadır. Doğu Karadeniz Bölgesi gerek içerdiği cevherleşmeler, gerekse tektonik konumu ve genel jeolojisi yönünden bir çok araştırmacı tarafından ilgilenilen bir bölge olmuştur (Erguvanlı, 1950; Schultz-Westrum, 1961; Zankl, 1961 ve 1962; Gattinger, 1962; Özsayar vd., 1981; Türk-Japon Ekibi, 1985; Gülibrahimoğlu vd., 1985; Güven, 1993; Bektaş ve Çapkinoğlu., 1997). Ayrıca Doğu Karadeniz Bölgesi volkanik kayaçların (Yılmaz, 1972; Tokel 1972; 1977; Adamia vd., 1977; Şengör ve Yılmaz, 1981; Tokel 1983; Kazmin vd., 1986; Bektaş vd., 1987; Korkmaz ve Van 1995; Çamur vd., 1996; Arslan vd., 1997; Bektaş vd., 1997; Aliyazıcıoğlu ve Arslan 1998; Şen vd., 1998; Arslan vd., 2000) ve plütonik kayaçların (Yılmaz, 1972; Çoğulu, 1975; Jica, 1985; Gedik vd., 1992; Köprübaşı, 1993; Yılmaz ve Boztuğ, 1996; Güngör vd., 1997; Kaygusuz ve Şen, 1998; Şen ve Kaygusuz, 1998; Köprübaşı vd., 2000; Kaygusuz, 2000; Boztuğ vd., 2002; Şahin vd., 2004; Arslan ve Aslan, 2006) yaygın olarak gözlemlendiği bir bölge olması nedeniyle de bir çok araştırmacı tarafından incelenmiştir. İnceleme alanı ve çevresinde bugüne kadar maden yatakları, genel jeoloji ve petrografik konulu çalışmalar ağırlıklı olup, jeokimyasal amaçlı çalışmalar sınırlıdır.

Bu çalışma, Doğu Pontidler’in Kuzey Zon’un yer alan, Trabzon sahil şeridinde yüzeyleme veren özellikle Eosen yaşlı volkanik kayaçların ve bu volkanik kayaçları keserek yerleşen sokulum kayaçlarının (alkali daykların) petrografik, mineralojik ve jeokimyasal özelliklerinin belirlenmesi amacıyla gerçekleştirilmiştir. Çalışma alanı 1/25.000 ölçekli Trabzon F42-c3-c4 ve G42-b1 paftaları içerisinde yer almaktadır.

1.2. Coğrafik Bilgiler

1.2.1. Coğrafi Konum

İnceleme alanı, Türkiye'nin Doğu Karadeniz Bölgesi'nde Trabzon ili sınırları içerisinde yer alan Akçaabat, Vakfikebir ve Tonya ilçelerini içersine alan yaklaşık 55 km² lik bir alanı kapsar ve 1/25.000 ölçekli Trabzon F42-c3-c4 ve G42-b1 paftaları içerisinde yer almaktadır (Şekil 1).



Şekil 1: Çalışma alanının yerbulduru haritası

1.2.2. Topoğrafya

Bölgenin tümünde sert topoğrafik koşullar hakim olup sahilden güneye doğru gidildikçe yükseltide bir artış olduğu gözlenir. Genç ve yüksek dağları, dik yamaçlı vadileri araziye oldukça sarp bir görünüm kazandırmaktadır. Kıyıya paralel doğu-batı yönünde uzanan sıradağlar denize dikey olarak inen akarsuların oluşturduğu vadilerle yarılmıştır. Bol yağış akarsuların sayısını arttırmış, bu nedenle de arazi engebeleri çoğalmıştır.

İnceleme alanındaki en önemli dereler Değirmendere, Yıldızlı Deresi, Foldere ve Ağasar Deresi'dir. Sera Gölü önemli göllerden biridir.

1.2.3. İklim ve Bitki Örtüsü

Bölgede her mevsim yağışlı ve ılıman kıyı iklimi görülür. Temmuz ve Ağustos aylarında diğer aylara göre daha az yağış vardır.

Bölge oldukça yoğun bir bitki örtüsüne sahiptir. Bölgede özellikle denize dönük dağ yamaçlarında sık orman örtüsü görülür. Bitki örtüsü olarak yükseltinin fazla olmadığı kesimlerde çayırliklar ve ormanliklar gözlenmektedir Bunun yanında bitki örtüsünün büyük çoğunluğunu fındık bahçeleri oluşturmaktadır. Ayrıca ekili alan olarak kullanılan tarlalar önemli bir yer tutar.

Yöre halkının başlıca geçim kaynağı fındıktır. Bu gelirin yanısıra tarlalarda ekilen mısır, patates, fasülye gibi sebzelerden az miktardada olsa gelir elde edilmektedir.

1.2.4. Ulaşım ve Yerleşim

İnceleme alanı Karadeniz Sahil Yolu üzerinde olması nedeniyle ulaşım sorunu yoktur. Dereler ve sırtlar boyunca yollar ve bunları birbirine bağlayan mahalle ve köy yolları vardır. Köylere ulaşım ise stabilize ve patika yollarla sağlanmaktadır.

1. 3. Doğu Pontidlerin Ve Doğu Pontid Kuzey Zonu'nun Genel Jeolojisi

Çalışma alanını da içine alan Doğu Karadeniz Dağlarına tektonik bir birim olarak "Pontid" ismi ilk kez Hamilton (1842) tarafından verilmiştir.

Ketin (1966) tektonik üniteleri Türkiye'nin orojenik gelişimi esasına dayanarak kuzeyden güneye doğru Pontidler (Karadeniz Dağları), Anatolidler, Toridler ve Kenar Kıvrımları Kuşağı olarak dört ana tektonik birliğe ayırmıştır (Şekil 2).

Ketin ve Canitez (1972) bu tektonik birlikleri yeniden düzenleyerek, daha sonraki çalışmalarda Pontidleri (Karadeniz Dağlarını) 'Doğu Karadeniz-Doğu Pontid' ve 'Batı Karadeniz-Batı Pontid' olmak üzere ikiye ayırmışlardır. Doğu Karadeniz Bölümü'nde Geç Kretase yaşlı kayaçlar, kuzey ve güney bölgelerinde farklılıklar gösterdikleri için güney (iç) ve kuzey (dış) bölümlere ayrılmıştır (Akın, 1978; Gedikoğlu vd., 1979; Özsayar vd., 1981).

Bektaş (1986) Doğu Karadeniz magmatik yayını farklı magmatik, tektonik ve sedimantolojik evrim aşamalarına göre kuzeyden güneye doğru kuzey zon, güney zon ve eksen zonu olmak üzere üç alt zona ayırmıştır (Şekil 3).

Doğu Pontid'lerde temel teşkil ettikleri kabul edilen Paleozoyik yaşlı kayaçlar kristalen şistler ve granitlerden oluşmaktadır. Doğu Pontid Güney Zonu'nda egemen olan bu kayaçlar (Ağar, 1977; Gedikoğlu, 1978; Topuz vd., 2003; Topuz vd., 2004), Doğu Pontid Kuzey Zonu'nda seyrek olarak görülürler (Türk-Japon Ekibi, 1985; Boynukalın, 1990). Temeli oluşturan metamorfik kayaçlar, Liyas öncesinde Paleozoyik yaşlı granitoyidik kayaçlar tarafından kesilmişlerdir (Çoğulu, 1975). Paleozoyik yaşlı granitoyidik kayaçlar büyük plütonik kütleler halinde Gümüşhane yöresinde ve Gümüşhane-Köse arasında (Tokel, 1972; Çoğulu, 1975; Yılmaz, 1976; Özdoğan, 1992), küçük mostralarda halinde ise Giresun güneyinde metamorfik kayaçlarla birlikte görülmektedir (Schultze-Wetstrum, 1961).

Metamorfikler üzerine uyumsuzlukla gelen Mezozoyik yaşlı ilk volkano-tortul seri, (Liyas- Alt Kretase) birçok yerde Kuzey Zon'un en alt stratigrafik birimidir ve Schultze-Wetstrum (1961) tarafından "Alt Bazik Seri" olarak adlandırılmıştır. Liyas yaşlı kayaçlar bölgede "Hamurkesen" (Ağar, 1977), "Zimonköy Formasyonu" (Eren, 1983) gibi farklı isimlerle de tanımlanmıştır. Birim içerisinde yer yer killi kireçtaşı, şeyl ve kumtaşı ara tabakaları bulunmakla beraber bazalt-andezit-dasit lav ve piroklastikleri çoğunlukla yaygındır (Güven 1993). Formasyonun yaşı, kırmızı bordo renkli pelajik kireçtaşlarında

saptanan *Involutina Liassica* (JONES), *Trocholina* sp., *Lenticulina* sp., *Spirilina* sp., *Vidalina Mortana* (FARİNACCİ), *Lingulina* sp., *Lagenidae* sp. fosil türlerine göre Liyas olarak belirlenmiştir. Yılmaz (1984)'a göre, spilit-bazalt, aglomera, tuf ve marnlardan oluşan Liyas yaşlı kayalar daha sonra granitler tarafından kesilmekte ve Senoniyen yaşlı dasit, tuf ve breşlerle uyumsuz olarak örtülmektedir. Bektaş vd. (1987) ise Liyas volkanizmasının bölgenin kuzeyinde ve güneyinde bimodal (bazaltik- dasitik) volkanizmayla temsil edildiğini kuzeydeki havzaların yay içi ve güneydeki havzaların ise yay gerisi havzalar özelliğinde olduğunu belirtmiştir. Gedik vd. (1996)'ne göre Doğu Pontidler'de, Erken Jura'da (Liyas) başlayan transform fay sistemine bağlı yırtılma, kabuk incilmesi Orta Kretase'ye kadar devam etmiştir ve daha sonra sıkışma dönemine girmiştir.

Üst Jura-Alt Kretase yaşlı karbonatlı kayalar (Berdiga Formasyonu) (Pelin 1977; Kırmacı, 1992) Liyas birimi üzerinde mercek ya da iri bloklar şeklinde gözlenir (Taslı, 1984; Yılmaz ve Karşlı, 1997; Yılmaz ve Korkmaz, 1999). Giresun ili, Alucra ilçesinin güneyindeki Berdiga dağları yöresinde incelenen gri-beyaz ve bej renkli Üst Jura-Alt Kretase yaşlı dolomitik, çörtlü, oolitik ve kumlu kireçtaşları yerel isimle Berdiga Formasyonu olarak adlandırılmıştır. Formasyon, Hamurkesen Formasyonu üzerine uyumlu olarak gelir (Güven vd., 1993). Formasyonun yaşı; *Trochiline Elongate* (LEOPOLD), *Trachiline Alpina* (LEOPLD), *Trochiline Conica* (SCHULUMBERGER), *Orbitolina* sp., *Tricinella* sp., *Hedbergella* sp., *Textularidae*, *Ophtalmidae*, *Globigerinolloides* sp., mercan ve sünger spikülleri gibi fosillere göre Malm-Alt Kretase-Senomaniyen olarak belirlenmiştir. Bu karbonatlı kayaların tektonik ve magmatik açıdan sakinlik dönemine karşılık geldiği bazı yazarlarca (Taslı, 1984; Yılmaz, 1993; Yılmaz ve Korkmaz, 1997) ileri sürülmüştür. Bu durum, Kuzey Zon'daki Üst Kretase yaşlı volkano-tortul seri içinde görülen söz konusu karbonat istiflerinin, Erken Kretase'den itibaren başlayan yoğun magmatizma ve etkin tektonik hareketler nedeniyle ilksel stratigrafik konumlarını kaybettiklerini ve bazaltik-andezitik özellikteki volkanik kayalarla aralanmalı bir seri oluşturduklarını ifade etmektedir.

Doğu Pontid Kuzey Zonu'nda Üst Kretase'nin tabanı tartışmalıdır. Van (1990) ve Gedik vd. (1996)'ne göre Üst Kretase yaşlı kayalar, kendilerinden daha yaşlı birimler üzerine uyumsuzlukla gelirken, Güven (1993)'e göre Alt-Üst Kretase geçişi uyumludur. Bu volkanik kayaları doğu Karadeniz bölgesinin değişik yerlerinde, Tokel (1972)

“Kermutdere”, Taslı (1984) “Hamsiköy”, Güven (1993), ”Çatak” ve Korkmaz (1993) “Düzköy Formasyonu” olarak adlandırılmıştır.

Üst Kretase yaşlı volkanik kayalar Schultz-Westrum (1961) tarafından Üst Bazik Seri olarak adlandırılmıştır. Ayrıca Yılmaz ve Karşı (1997; 1999) ve Yılmaz ve Korkmaz (1999), Üst Kretase sürecinde andezitik-bazaltik yay volkanizmasının sürekli aktif olmadığını, yani volkanizmanın durduğu veya etkisinin azaldığı dönemlerde sakinlik dönemlerini belirten pelajik karakterli çökellerin oluştuğunu belirtmişlerdir.

Doğu Pontid’lerde Üst Kretase iki farklı özellikte görülmektedir. Doğu Pontid Güney Zonu’nda volkano tortul kayalar yer alırken, Doğu Pontid Kuzey Zonu’nda magmatik kayalar egemendir. Üst Kretase’de kılavuz seviye olarak kabul edilen kırmızı kireçtaşları, Güney Zon’da tek bir seviye halinde ve Üst Kretase’nin tabanında görülmekte, Kuzey Zon’da ise birkaç seviye halinde volkanitlerle ara katkılı olarak bulunmaktadır (Bektaş, 1984). Kuzey Zonda Üst Kretase birimleri yaşlıdan gence doğru Çatak Formasyonu, Kızılkaya Formasyonu, Çağlayan Formasyonu, Çayırbağ Formasyonu,, Bakırköy ve Ağıllar Formasyonu, Kabaköy Formasyonu olarak sıralanmaktadır (Güven, 1993). Kabaköy Formasyonu, Aydın (2003) tarafından Trabzon volkaniti olarak adlandırılmıştır. Formasyon ilk defa Korkmaz (1993) tarafından Tonya (Trabzon) yöresinde tanımlanan Miyo-Pliyosen yaşlı Karadağ Formasyonu ile de benzer litolojik özellikler gösterdiği için literatürde Karadağ Formasyonu olarak ta anılmaktadır. .

Bektaş (1984; 1986) bölgenin Üst Kretase’de yeni bir yeni bir sıkışma rejimi altına girdiğini ifade etmekte ve bu süreçteki volkanizmanın kuzeyde toleyitik / kalkalkali, güneyde ise şoşonitik özellikte ürünler verdiğini belirtmektedir. Bu da Üst Kretase volkanizmasının bu dönemde kuzeyden-güneye doğru göç ettiğine işaret etmektedir (Bektaş vd. 1999). Ayrıca kuzeydeki volkanizmanın güneydekinden daha önce başladığını savunarak, güneye doğru olan yitimin dikleştiğini ve buna paralel olarak doğrultu atımlı ve normal fayların geliştiğini, bu fayların rift havzalarını sınırladığını ve böylece dasitik karakterli volkanizmanın geliştiğini belirtmiştir.

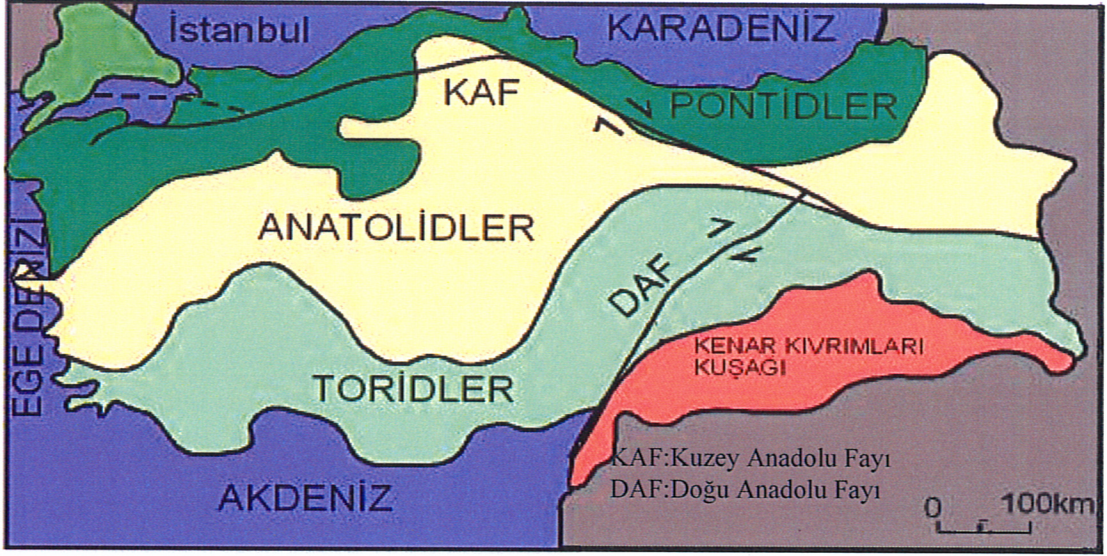
Doğu Karadeniz Bölgesi’nde Senozoyik dönemi, Eosen yaşlı tortul ara katmanlar içeren bazik volkanitlerle temsil edilir. Üst Kretase kayaları üzerine uyumsuzlukla gelen Eosen birimini Güven (1993) tarafından Kabaköy Formasyonu olarak isimlendirilmiştir. Korkmaz (1993), “Foldere” ve Tokel (1972) ise “Alibaba Formasyonu” olarak adlandırmıştır. Erken Eosen dönemlerinde sedimantasyonda bir duraklama vardır. Orta ve Geç Eosen kuzeyde bazaltik volkanizma (Kabaköy Formasyonu), güneyde sedimanter bir

istif ve andezitik karakterli volkanitler (Alibaba Formasyonu) üzerine uyumsuz olarak gelir.

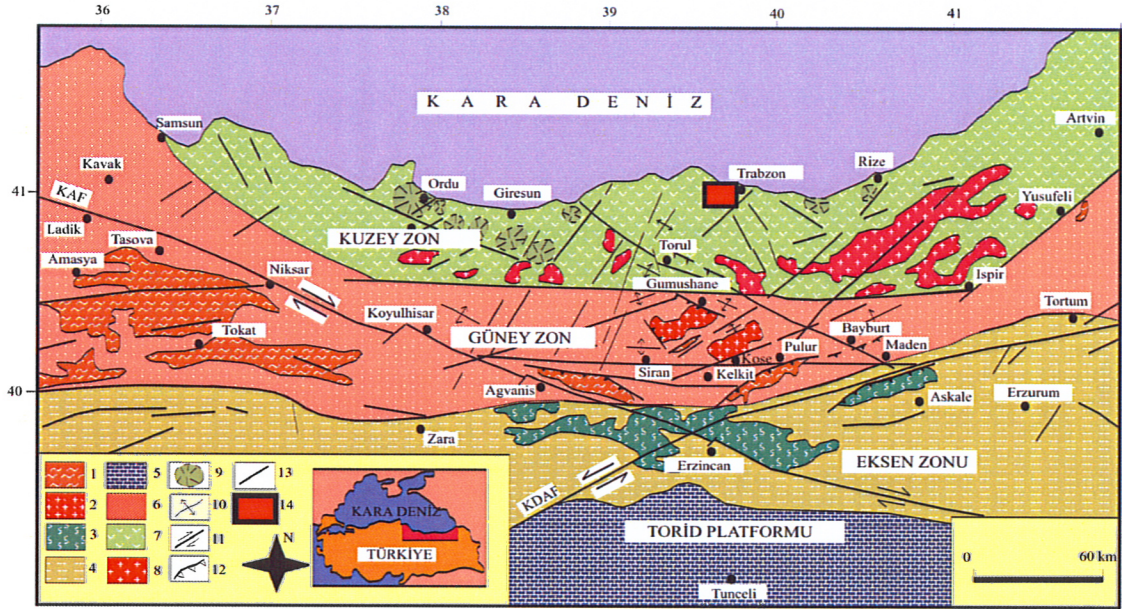
Senozoyik Doğu Pontidler'in kuzeyinde volkanik, güneyinde ise sedimanter ağırlıklı bir istif ile temsil edilir. Bu dönem Pontidlerde tektonik hareketlerle özellikle de yükselmelerle karakteristiktir. Trabzon ve yakın çevresinde birbirinden ayrı ve değişik fasiyeslerde gelişmiş kırıntılı çökeller Pliyosen-Kuvaterner yaşlıdır ve bunlar Neojen volkanitlerinin üzerine uyumsuzlukla gelirler (Korkmaz ve Van, 1995).

Karadenize dökülen çeşitli akarsuların vadilerinin genişlediği denize yakın kesimlerindeki düzlük alanlarda oluşan alüvyonlar Kuvaterner yaşlıdır (Güven vd., 1993). Bu alüvyonlar içerisinde çevre kayaların bloktan kil boyutuna kadar olan malzemeleri bulunmaktadır.

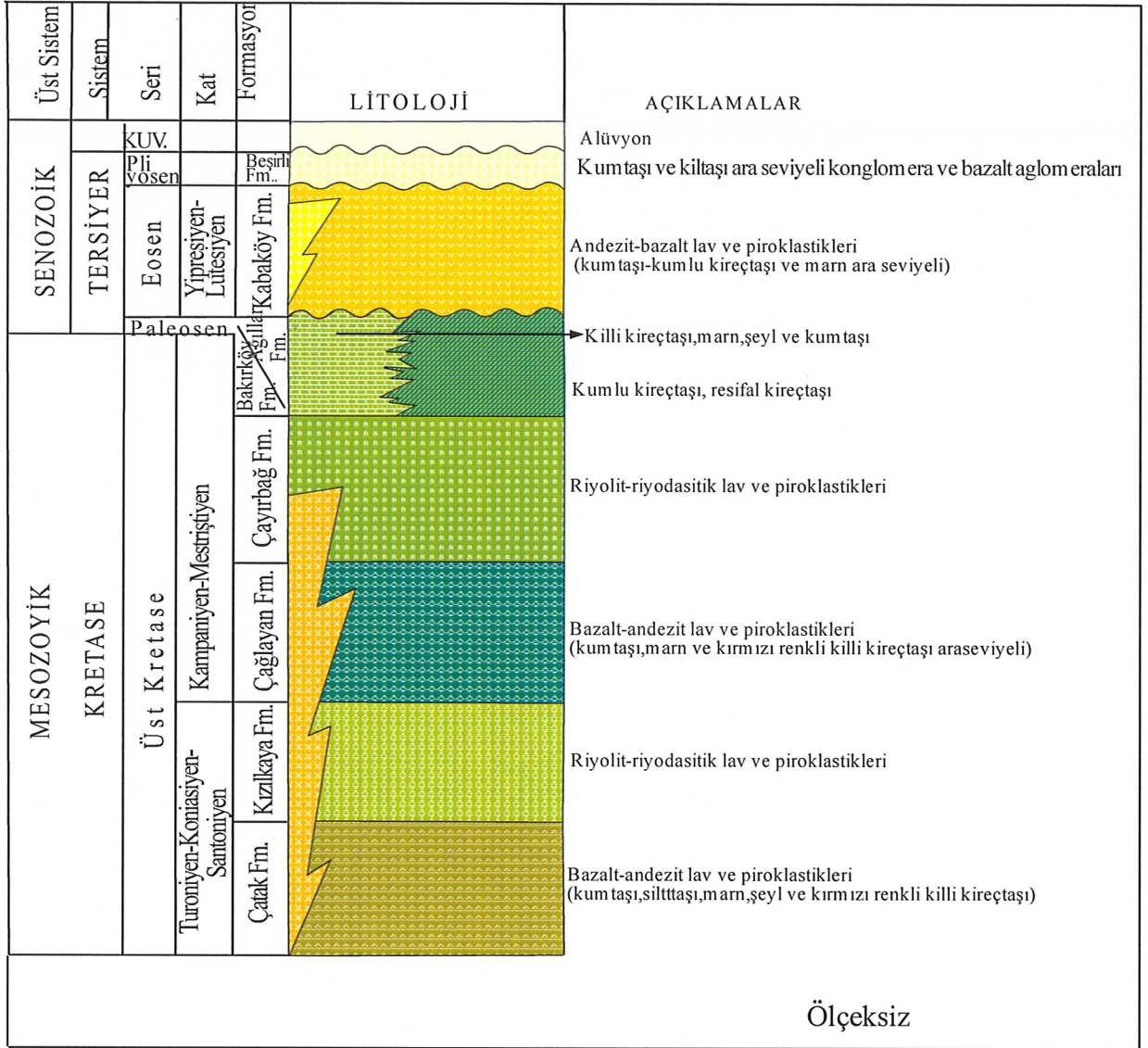
Doğu Pontid Kuzey Zonu'na ait genelleştirilmiş stratigrafik kolon kesit Şekil 4'te verilmiştir.



Şekil 2. Türkiye'nin Tektonik Birlikleri (Ketin, 1966)



Şekil 3. Doğu Pontidlerin Ana Yapısal Özellikleri. 1: Paleozoyik metamorfik temel, 2: Paleozoyik granitler, 3: Serpantinitle, 4: Mesozoyik ve Senozoyik kayalar, 5: Platform karbonatlar, 6: Mesozoyik tortul kayalar, 7: Kretase ve Eosen yay volkanitleri, 8: Üst Kretase ve Eosen yay granitler, 9: Dom, 10: Kıvrım eksenini, 11: Doğrultu atımlı faylar, 12: Bindirme, 13: Normal fay, 14: Çalışma alanı, KAF=Kuzey Anadolu Fayı, KDAF=Kuzeydoğu Anadolu Fayı (Eyüboğlu vd., 2006)



Şekil 4. Doğu Pontid kuzey Zonu'nun genelleştirilmiş stratigrafik kolon kesiti (Güven, 1993)

1.4. Önceki Çalışmalar

İnceleme alanının yer aldığı Doğu Karadeniz Kuzey Zonu, Mezozoyik (Liyas ve Üst Kretase) ve Senozoyik (Eosen ve Neojen) dönemlerinde magmatik aktiviteler açısından oldukça yoğundur. Bunun oluşturduğu litolojiler, hacimsel büyüklükleri, jeokimyasal ve petrolojik özellikleri bakımından çeşitlilik gösteren farklı volkanik kayaç gruplarını içerir. Bu volkanitlerin jeokimyasal özelliklerini açıklamaya yönelik, bu zamana kadar yapılan yerel çalışmalar mevcuttur (Eğin vd., 1979; Manetti vd., 1983; Bektaş vd., 1987; Akıncı vd., 1991; Şen vd., 1998).

Doğu Karadeniz Bölgesi'nin Kuzey Zonu'ndaki Mezozoyik (özellikle Üst Kretase) ve Senozoyik volkanitlerinin jeokimyasal ve kökensel özelliklerini açıklamaya yönelik yapılan çalışmaların bazıları, kronolojik olarak kısaca şu şekilde sıralanabilir:

Doğu Karadeniz Bölgesi'nin sahil kesimi boyunca yaygın bir şekilde yüzeyleme veren bazaltik bileşimli kayaçlar, altta bulunan volkano-tortul karakterli istifleri uyumsuz olarak örten genç bir volkanizmanın varlığına işaret eder. Gattinger (1962) bu volkanizmanın Eosen yaşlı, Türk-Japon Ekibi (1974) Tersiyer yaşlı olduğunu, Aslaner vd. (1982) ise bu volkanizmanın Harşit bölgesi için Neojen yaşlı olabileceğini vurgulamıştır.

Trabzon kıyı bölgesinde yüzeyleyen volkanitlerin yaşına ilişkin ilk veriler Özsayar (1987) tarafından ortaya konulmuştur. Araştırmacı tespit ettiği bazı Gastropod fosillerine ve arazi gözlemlerine göre, bu volkanitlerin yaşını Üst Miyosen olarak belirlemiştir.

Arslan vd. (1997)'ne göre, Doğu Karadeniz Bölgesi Kuzey Zonu volkanizması, ürünlerini Liyas, Üst Kretase ve Eosen zamanlarında veren üç ana volkanik devreye ayrılmıştır. Bu çalışmada Liyas volkanitlerinin ise toleyitik-kalkalkalen, Üst Kretase volkanitlerinin subalkali ve Eosen volkanitlerinin alkali özellikte olduğu belirtilmiş ve jeokimyasal verilerin ada yayı ortamını işaret ettiği vurgulanmıştır.

Hoskin ve Wysoczanski (1998) 'nin Değirmendere Vadisi'ndeki bir tefrit örneğinden yaptıkları toplam kayaç Rb-Sr izotop analizinin Orta Miyosen vermesi, inceleme alanındaki genç volkanizmanın yaşının Orta Miyosen'e kadar inebileceğini göstermiştir.

Şen vd. (1998), Senozoyik döneminde oluşan volkanitleri "Doğu Pontid Alkalen Volkanik Provensi" olarak tanımlamış ve alkali kayaçları Trabzon ve Tonya grubu şeklinde iki farklı gruba ayırmıştır. Yazarlar ayrıca jeokimyasal olarak bu iki grubun

metazomatizmaya uğramış bir manto kaynağından türeyen ve sığ derinlikte farklılaşmaya uğrayan birincil bir magma ile ilişkili olabileceklerini belirtmiştir.

Arslan vd. (2000a), Trabzon ve Gümüşhane yörelerinde yüzeyleyen Eosen volkanitlerini jeolojik, mineralojik ve petrolojik açıdan karşılaştırmıştır. Yazarlar elde edilen verilere göre, özellikle Trabzon volkanitlerinin, sığ derinliklerde gelişen farklılaşma ve kirlenme olaylarından etkilendiklerini ve yitlen bir plakanın dehidratasyonu sonucu metazomatizmaya uğramış bir mantodan itibaren oluştuklarını belirtmişlerdir.

Arslan vd. (2000b), Doğu Karadeniz Bölgesi'nin kuzeyindeki Tersiyer volkanitlerinin petrolojisi ve petrojenezi üzerine yaptıkları çalışmada, birbiriyle ilişkili iki farklı volkanik kayaç grubunun var olduğunu ve bu kayaçların kökenleri üzerinde iki farklı görüş olabileceğini belirtmiştir. Dolayısıyla söz konusu volkanitlerin ya heterojen bir manto kaynağından türemiş olabileceklerini ya da aynı kaynağın farklı kısmi ergime dereceleriyle oluşabileceklerini ifade etmiştir. Ayrıca yazarlar, manto kaynağının normal tip okyanus ortası sırtı bazaltlarına göre zenginleşmiş bir kaynak olduğunu ve bu zenginleşmenin muhtemelen Kretase sürecindeki yitime bağlı olarak geliştiğini belirtmişlerdir.

Barbieri vd. (2000) de Doğu Karadeniz'deki volkanitlerin bir kısmını tüm kayaç K-Ar yaşlandırma yöntemiyle incelemişler ve Trabzon çevresi (Değirmendere vadisi) ve batısındaki (Yoroz Mevkii) volkanitlerin yaşını Paleosen-Oligosen olarak belirlemişlerdir. Özellikle Trabzon civarından aldıkları örneğin diğer yöredeki volkanitlerden farklı kimyasal özellikte olduğunu ifade eden araştırmacılar, söz konusu örneğin yaşını $26.5-27 \pm 1$ My (Oligosen) olarak tespit etmişlerdir.

Yılmaz vd. (2001), Doğu Karadeniz Bölgesi'nin kuzeyinde Kretase sürecinde meydana gelen en erken aktif volkanizmanın paleontolojik verilere göre, Geç Koniasiyen-Santoniyen'de başladığını ve Tersiyer sonuna kadar devam ettiğini belirtmektedir.

Arslan vd. (2002), Avrasya ve Arap Plakalarının en son çarpışma aşamasından sonra, Senozoyik süresince Doğu Karadeniz Bölgesi'nde meydana gelen yarı paralel derin fayların, açılmalı bir tektonik rejimin ve bununla ilişkili magmatik olayların oluşmasına neden olduğunu belirtmişlerdir. Yazarlar ayrıca, Trabzon yöresi volkanitlerinin levha içi zenginleşmesine uğradıklarını ileri sürmüşlerdir.

Yılmaz vd. (2005), Trabzon Kıyı Bölgesinin Pliyo-Kuvaterner Stratigrafisi isimli çalışmalarında, Trabzon kıyı jeolojisi başlıca Tersiyer-Eosen ve Pliyo Kuvaterner sürecinde gelişmiş kayaçlarla tanımlandığını belirtmişlerdir. Trabzon kıyı kesiminin Pliyo-Kuvaterner stratigrafisinin ortaya konulması ve bu süreçteki kıyı çizgisindeki değişimleri

tartışmaya amayı hedefleyen bu alışma Trabzon il merkezi ile batıda Akçaabat ile doğuda Yomra ilçeleri arasında kalan bölgeyi kapsar. Bu çalışmada belirtilen Beşirli Formasyonu ile (yzeyssel aşınma nedeniyle izlenemeyenlerin dışında) altı ayrı seviyedeki denizel taraçaları ve 4 ayrı seviyede saptanabilen nehir taraçaları Trabzon kıyı kesiminin yakın jeolojik geçmişinin çökel (ve tektonik) kayıtlarını içermesi açısından önemli sayılmışlardır. Alt Pliyosen'den itibaren sığlaşarak günümüz topoğrafyasına sahip olan inceleme alanı giderek yselmiştir. Bu olgunun en güçlü kanıtları Beşirli Formasyonu'nun giderek karasal ortam fasiyeslerine dönüşmesi ve altı ayrı seviyede yer alan denizel taraçalar ve dört ayrı seviyede izlenen nehir taraalarıdır. Bunların yanında Beşirli Formasyonunu oluşturan katmanların 40 dereceye kadar ulaşan eğimlere sahip olması Pliyo-Kuvaterner sürecindeki aktif tektoniğin de bir göstergesi olarak değerlendirilebilir.

2. YAPILAN ÇALIŞMALAR

2.1. Çalışmanın Konusunun Amaç ve Kapsamı

Bu çalışma Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalında 2008-2009 Eğitim Öğretim Yılı Bahar Döneminde “Yüksek Lisans Tezi” olarak hazırlanmıştır.

Çalışmanın asıl amacı Trabzon-Tonya-Vakfikebir üçgeninde yüzeyleme veren özellikle Eosen yaşlı volkanik kayalar keserek yerleşen sokulum kayalarının (daykların) petrografik, mineralojik, kimyasal ve kökensel özelliklerinin belirlenmesidir.

Bu çalışma için, inceleme alanında (Trabzon sahili) yüzeyleme veren Eosen yaşlı volkanik kayalar ve onları kesen dayklardan alınan kayaç örnekleri materyal olarak kullanılmıştır. Çalışma; arazi, laboratuvar çalışmaları ve büro çalışmaları gibi üç temel aşamada gerçekleştirilmiştir.

2.1.1. Arazi Çalışmaları

Arazi çalışmaları Eosen volkanizmasının yüzeylendiği Trabzon-Tonya-Vakfikebir üçgeni arasında gerçekleştirilmiştir (Şekil 1).

Arazi çalışmalarının ilk aşamasında daha çok bölgede yüzeylenen birimlerin tanınması ve dokanak ilişkilerinin belirlenmesine yönelik olmuştur. Çalışmanın amacına uygun olarak yan kayalardan ve onları keserek yerleşen dayklardan örnek alımı yapılmıştır.

2.1.2. Laboratuvar Çalışmaları

2.1.2.1. İnce Kesitlerin Hazırlanması

Laboratuvar çalışmalarında hem petrografik hem de mineralojik incelemeleri yapılacak kayalardan, öncelikle düzgün bir şekilde, yaklaşık 0.5x2x3.5 cm boyutunda plakalar kesilmiştir. Bunlar daha sonra KTÜ Mühendislik Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü ince kesit laboratuvarında 0.1x2.7x4.7 cm boyutundaki ince kesit camları üzerine Kanada

Balzamı ile yapıştırılarak bu örnekler üzerinde petrografik çalışmalar yapmak için ince kesitler hazırlanmıştır. Yapıştırılan kayaç örnekleri, aşındırıcılar yardımıyla 0,025 mm kalınlığına kadar inceltilerek petrografik tayine hazır hale getirilmiştir.

2.1.2.2. Mikro Fotoğrafların Çekimi

İnce kesiti yapılan örneklerin, ilk olarak birincil ve ikincil minerallerini, bu minerallerin optik ve mineralojik özelliklerini ve birbirleriyle olan dokusal ilişkilerini belirlemek için polarizan mikroskoplardan yararlanılmıştır ve ince kesitlere mikrofotoğraflar çekilmiştir. Seçilen örneklerin mikroskop görüntüleri Gümüşhane Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü Mikroskop Odası'nda Leitz Ortoplan marka polarize mikroskoba bağlı aynı marka düzenekte bulunan fotoğraf ünitesiyle alınmıştır.

2.1.2.3. Örneklerin Hazırlanması ve Analiz Edilmesi

Çalışma alanlarına ait volkanik kayaçların ve bu kayaçları keserek yerleşen daykların jeokimyasal özelliklerini belirlemek amacıyla 21 adet örnek analiz edilmiştir. Bu analiz için örnekler şu şekilde hazırlanmıştır:

Örnekler kırıcıdan geçirilerek yaklaşık 1cm'lik kayaç parçacıklarına indirgenmiştir. Burada dikkat edilmesi gereken önemli nokta, örneklerin çekiç ve/veya öğütücü aletlerden kaynaklanabilecek başka bir metal ile bulaşmasını önlemektir. Kaba öğütme işleminden sonra, örnekler tek tek halkalı öğütme sistemiyle öğütülmüş ve toz boyutuna getirilmiştir. Daha sonra örnekler numaralandırılarak küçük poşetlere konulmuştur ve yaklaşık 10 gr toz örnekler kimyasal analizler için Kanada'daki Acme Laboratuvarına gönderilmiştir. Bu laboratuvarında ICP (Inductively Coupled Plasma) yöntemi ile ana elementler (SiO_2 , Al_2O_3 , TiO_2 , v.d.) ve ICP MS (Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry) yöntemi ile de iz (Ba, Rb, Sr, v.d.) ve nadir toprak (Eu, Gd, Sm, v.d.) element analizleri gerçekleştirilmiştir. Bu yöntemlere göre ana, iz ve nadir toprak elementlerinin dedeksiyon limitleri Tablo 1'de verilmiştir.

Ateşte uçucu kaybı için yine 10 gr halinde hazırlanan örnekler 24 saat, 25 °C' de bekletildikten sonra platin kaplara konularak 950 °C deki etüvde 2 saat bekletilmiştir. 2 saat sonra örnekler tek tek alınarak tartılmış ve aradaki yüzde oranla ateşte su kaybı tespit

edilmiştir. Örnekler, etüvden çıkarılır çıkarılmaz hemen tartılmış, böylece az nem alması sağlanmıştır. Bu analiz Kanada’da ACME Analiz laboratuvarında yaptırılmıştı

Tablo 1. Ana oksit (%), iz ve nadir toprak elementlerinin (ppm) dedeksiyon limitleri

Element	Dedeksiyon Limiti	Element	Dedeksiyon Limiti	Element	Dedeksiyon Limiti
SiO ₂	0,04%	Hf	0,5ppm	Tb	0,01ppm
TiO ₂	0,01%	Nb	0,5ppm	Dy	0,05ppm
Al ₂ O ₃	0,03%	Rb	0,5ppm	Ho	0,02ppm
Fe ₂ O ₃	0,04%	Sn	0,5ppm	Er	0,03ppm
MnO	0,01%	Ta	0,1ppm	Tm	0,01ppm
MgO	0,01%	Th	0,1ppm	Yb	0,05ppm
CaO	0,01%	U	0,1ppm	Lu	0,01ppm
Na ₂ O	0,01%	V	5ppm	Mo	0,1ppm
K ₂ O	0,04%	W	0,1ppm	Ni	30ppm
P ₂ O ₅	0,01%	Zr	0,5ppm	As	0,5ppm
Cr ₂ O ₃	0,00%	Y	0,1ppm	Cd	0,1ppm
Ateşte Kayıp	0,10%	La	0,1ppm	Sb	0,1ppm
Ba	5ppm	Ce	0,1ppm	Bi	0,1ppm
Be	1ppm	Pr	0,02ppm	Ag	0,1ppm
Co	20ppm	Nd	0,3ppm	Au	0,5ppm
Cs	0,1ppm	Sm	0,05ppm	Hg	0,01ppm
Ga	0,5ppm	Eu	0,02ppm	Ti	0,1ppm
		Gd	0,05ppm	Se	0,5ppm

2.1.3. Büro Çalışmaları

Arazi ve laboratuvar çalışmalarından elde edilen veriler, amaca yönelik olarak hazır petroloji programlarında veya grafik programları kullanılarak ikili, üçlü ve örümcek diyagramları ya da çizim programlarında haritalar ve kesitler üretilmiştir. Tüm bunların sonunda, Fen Bilimleri Enstitüsünün yazım kurallarına göre bu tez hazırlanmıştır.

3. BULGULAR

Bu bölümde; Trabzon kıyı kesiminde yer alan Eosen volkanik kayaçlarının ve bu kayaçları keserek yerleşen dayklara ait petrografik, mineralojik, kimyasal ve kökensele bulgular ele alınmıştır. İncelemeler Yoro (Akçaabat), Tonya ve Tanjant (Trabzon) mevkieinde yapılmıştır.

Çalışma alanını da içirisine alan 1/500.000 ölçekli Doğu Pontidler'e ait jeolojik harita Şekil 6'da verilmiştir. İnceleme alanında yüzlek veren birimler tabandan tavana doğru şöyledir (Şekil 7):

- 1-Çağlayan Formasyonu (Üst Kretase)
- 2-Bakırköy Formasyonu (Üst Kretase)
- 3-Kabaköy Formasyonu (Eosen)
- 4-Beşirli Formasyonu (Pliyo-Kuvaterner)
- 5-Kırmızı Killer (Pliyo-Kuvaterner)
- 6- Taraçalar (Pliyo-Kuvaterner)
- 7- Alüvyonlar (Kuvaterner)

3.1.1. Çağlayan Formasyonu (Üst Kretase)

İnceleme alanında temeli Üst Kretase yaşlı Çağlayan Formasyonu (Güven, 1993) oluşturur. Başlıca andezitik, bazaltik kayaç ve piroklastikler ile bordo renkli ince katmanlı pelajik fosilli kireçtaşları ara seviyelerinden oluşur. Birim inceleme alanının güney batısında ve dışında geniş yüzlekler oluşturur. Genel olarak gri-siyah yüzlekler halinde izlenen birimde katmanlı yapılar enderdir. Birimi oluşturan bazalt, andezit, aglomera ve tüfler çoklukla düzensiz olarak izlenir. Yer yer yanal fasiyes geçişleri izlenebilir. Boşluklu bir yapıya sahip olan bazaltlardaki dolgular zeolit ve kalsit bileşimindedir. Birimin yaş içerdığı merceksi geometrili ve bordo renkli kireçtaşlarındaki pelajik faunaya dayandırılarak Kampaniyen-Maastrichtiyen olarak belirtilmiştir (Güven, 1993).

3.1.2. Bakırköy Formasyonu (Üst Kretase):

İnceleme alanının güneybatı kısmında yaygın olarak yüzlek veren birim ilk kez Güven (1993) tarafından tanımlanmıştır. Birim ayrıca Zağnos ve Tabakhane vadi tabanları ile yerleşimin yoğun olduğu Yenicuma, Bahçeçik ve Boztepe mahallelerinde çok küçük (metrik) yüzlekler halinde izlenir. Birim başlıca gri renkli orta katmanlı marn, gri-beyaz renkli killi kireçtaşı ve az oranda kumtaşlarından oluşur. Kalınlığı 150-200 m arasındadır. Birimin yaşı içerdiği mikrofaunaya dayandırılarak Maastrichtiyen-Paleosen olarak belirtilmiştir (Güven, 1993).

3.1.3. Kabaköy Formasyonu (Eosen):

İnceleme alanında oldukça geniş yüzlekler oluşturan birim Güven (1993) tarafından adlandırılmıştır. Birim başlıca alkali bazalt, tefrit, tefritik fonolit, fonolitik tefrit, traki-bazalt, traki-andezit, trakit, riyolit ve bunların piroklastik ürünlerinden oluşur. Bütün bu kaya türleri birbirleriyle yanal ve düşey geçişli olarak, bazen birbirlerini kesmiş, çoklukla da ilişkileri belirsiz bir şekilde izlenir.

İnceleme alanında gözlemlenen kayaçlar çoğunlukla bazaltik bileşimli volkanik kayaçlardan oluşmaktadır. Bu kayaçları kesen bazaltik bileşimli dayklar da gözlemlenmiştir.

Birimin yaşıyla ilgili olarak yapılan izotop çalışmalarından 13 ± 2 (Hoskin ve Wysoczanski, 1998), ile 3.2 ± 2 Ma (Aydın, 2003) arasında değişen yaşlar elde edilmiştir. Ancak saha gözlemleri çok daha genç lav akıntılarının olabileceği izlenimi vermiştir. Bu nedenle birimin yaşının Kuvaterner'e kadar olabileceği öngörülmüştür (Yılmaz vd., 2005).

3.1.4. Beşirli Formasyonu (Pliyosen?):

İnceleme alanının orta ve doğu kesimleri yüzlek veren Beşirli Formasyonu (Güven, 1993) farklı fasiyeslerde gelişen çökellerle tanınır. İnceleme alanında bu farklı fasiyesler yanal ve düşey olarak geçişlidir. Birim ilk kez tanımlandığı Beşirli yöresinde kalın masif katmanlı aglomera ve tüflerden oluşur. Akcaabat ve Ayasofya Mahallesi (Trabzon) civarında fosilli seviyeler (makro fosil parçalar, pelecypoda, gastropoda) barındıran, yer yer düzlemsel ve çapraz tabakalı kireçtaşı ve gevşek kireç çimentolu, silttaşı-kumtaşı-

kiltaşı ardışımı şeklindedir. Farklı fasiyeslerde gelişmiş kayaçların oluşturduğu birimin, çökel ve kayatürü özelliklerine dayanarak sığ denizel-plaj ve karasal geçiş ortamlarında biriktiği söylenebilir. Birimin yaşı göreceli konumlandırma ile Pliyosen (?) olarak verilmiştir.

3.1.5. Kırmızı Killer (Pliyo-Kuvaterner):

İnceleme alanında Boztepe, Pelitli ve Yalınca köyleri arasında küçük yüzlekler halinde ve 1-10 m. arasında kalınlıklara sahip kırmızı renkli killi seviyeler yer alır. Altlayan kayaçların ayrışma ürünü olduğu düşünülen bu oluşuklar Pliyo-Kuvaterner yaşlı olarak düşünülmüştür.

3.1.6. Taraçalar (Pliyo-Kuvaterner):

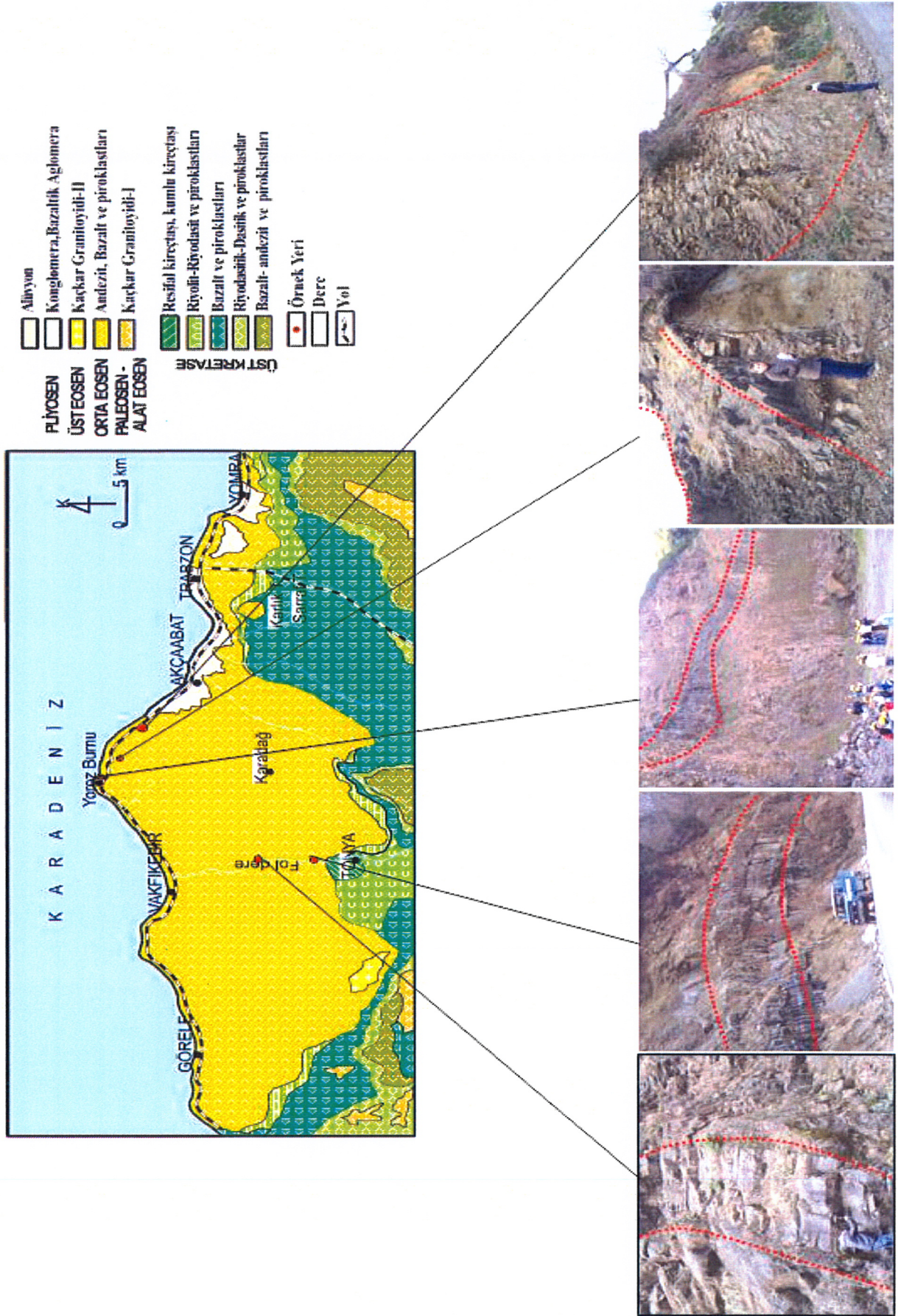
Taraçalar denize paralel uzanırlar. Taraçaların çakılları genellikle bazalt olup, çakıl boyutları 2 mm-15 cm arasında değişmektedir. Taraçalar değişik boyuttaki çakılların tekrarlanması şeklinde görülürler.



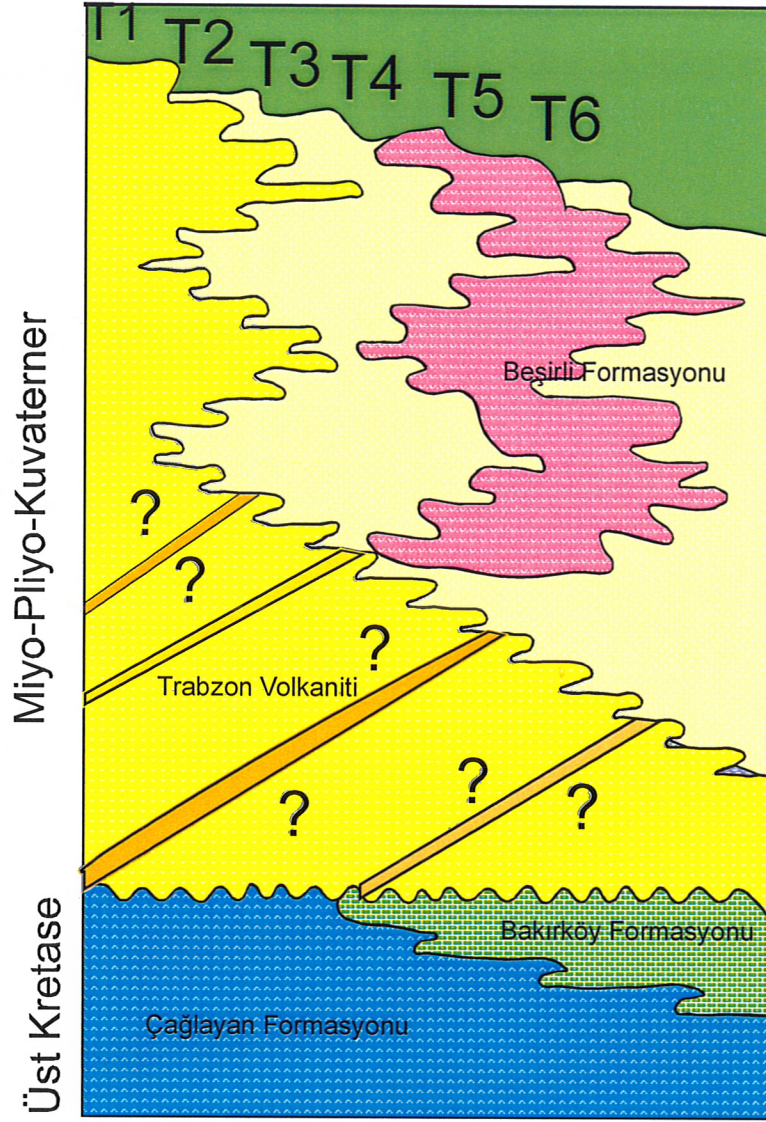
Şekil 5. Fener burnu civarındaki taraçalardan bir görünüm

3.1.7. Alüvyonlar (Kuvaterner)

Karadeniz sahil kesiminde 5-50 m genişliğindeki sahil bandında bulunan siyah renkli kum ve çakıllardan oluşan ayrık malzemedir.



Şekil 6. Doğu Pontidler'e ait jeolojik harita (Güven., 1993) ve alınan dayk örnek yerleri



Şekil 7. İnceleme alanına ait stratigrafik kolon kesit (Yılmaz vd., 2005)

3.2. İnceleme Alanında Volkanik Kayaçların ve Bu Volkanik Kayaçları Keserek Yerleşen Daykların (Kabaköy Formasyonu) Petrografik Özellikleri

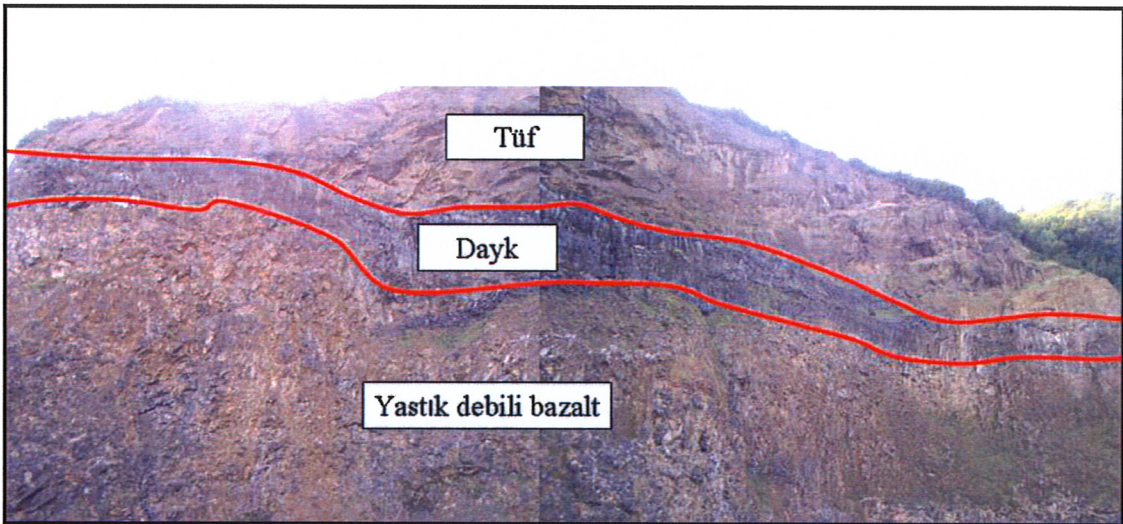
İnceleme alanlarının tamamı volkanik kayaçlardan oluşmaktadır. Bu volkanik kayaçlar genel olarak bazalt ve alkali bazaltlar ile bunların aglomera ve tüflerinden oluşmaktadır. Çalışma konusunu oluşturan ve bu volkanik kayaçları keserek yerleşen, en genç birimi oluşturan bazalt, alkali bazalt ve traki-andezit bileşimli dayklardır.

3.2.1. Yoroz Burnu Taşocağı

Yoroz Burnu Taşocağı Trabzon-Giresun karayolu üzerinde Trabzon'un yaklaşık 35 km batısında yer alır. Taşocağının tabanı yaklaşık deniz seviyesinden 10 m yukarı olup, tabanı ile tavanı arasında yaklaşık 70 m kot farkı bulunmaktadır.

1970'li yıllardan beri işletilmekte olan taşocağında çıkarılan malzemeler, hem Yoroz Burnu'ndaki balıkçı limanının menderek inşaatında hem de Hopa-Samsun çift sentli karayolunun inşaatında deniz dolgusu olarak kullanılmıştır.

Eosen yaşlı kayaçların yüzeylendiği taş ocağında tabanı yastık debili bazaltlar oluşturmaktadır. Taş ocağındaki görünür kalınlığı yaklaşık 50-60 m olan bu seviyenin üzerine kalınlığı 15-20 m arasında değişen kalın katmanlı tuf seviyesi gelmektedir. Kolondaki sub-volkanik kayaçlar yastık debili kayaçlar ile tüfler arasındaki uyumsuzluk düzlemi boyunca yerleşmiştir. Kalınlığı ortalama 10 m olan bu seviyede kolonlar merkezden itibaren alt ve üste doğru bakışimli olarak gelişmiştir (Şekil 8).

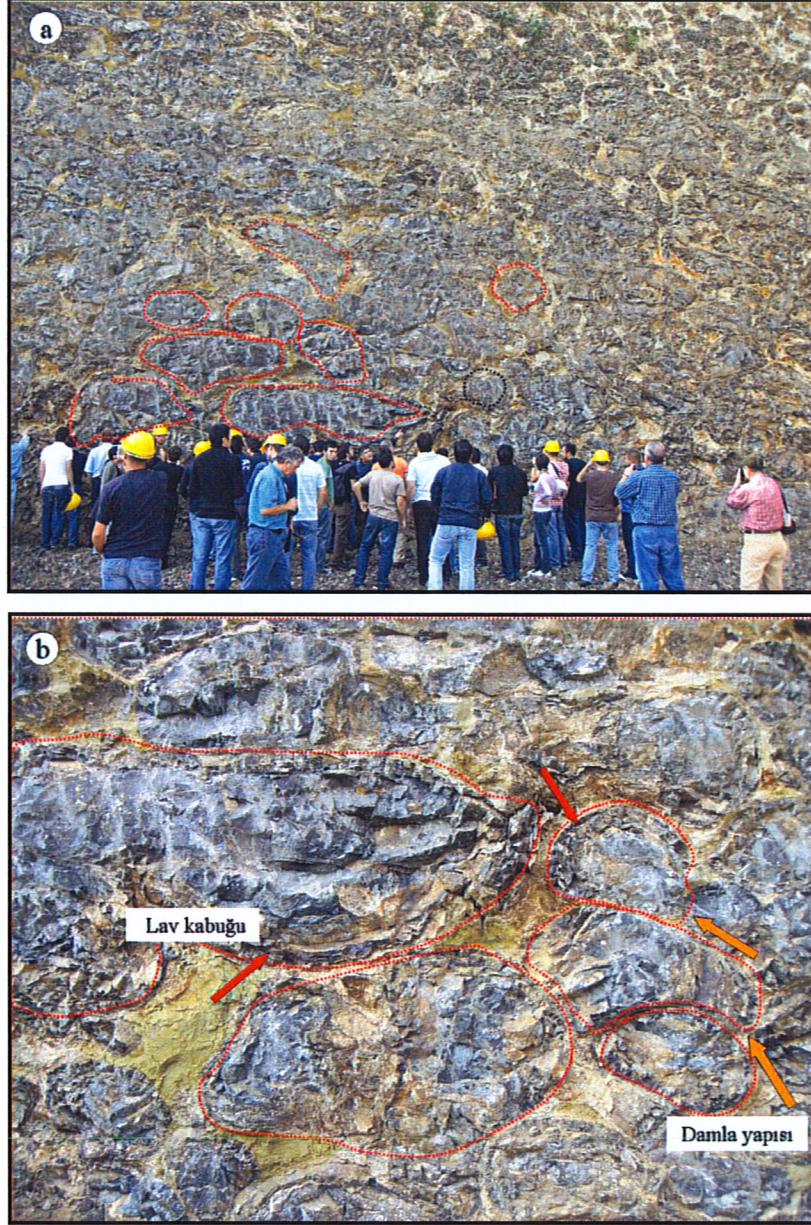


Şekil 8. Yoroz Taş Ocağı civarında görülen Kabaköy Formasyonu.

Yoroz Taş Ocağında görülen yastık debili bazaltlar arazide elipsoidal geometrik şekilli olarak net gözlenmektedir. Çapları yaklaşık olarak 50-70 cm arasında olup yer yer 1 m'ye de varmaktadır. Yastık debili bazaltlar arazide sarımsı kahve, grimsi kahve ve kahve tonlarıyla görülmektedir (Şekil 9a).

Yastık debili bazaltlar çabuk soğuma ile oluşmuş olduklarından dış taraflarında camsı bir kabuk ile çevrelenmiştir (Şekil 9b). Işınsal soğuma çatlakları gösteren yastık debili bazaltların çeperlerinde yer yer tortul kayaç sıvamaları bulunmaktadır. Bu sıvamalar, deniz altına çıkan bazalt lavının deniz tabanındaki tortuların üzerine akması sonucunda deniz tabanındaki tortulara bulanması sonucu oluşmuştur. Genellikle koyu renkli, yer yer kırmızımsı-beyazımsı bu tortu kalıntıları, yastıkların etrafından kolaylıkla sökülmekte ve gevrek yapıları dolayısıyla elde kolaylıkla ufalanabilmektedir. Genel olarak her bir yastık, altındaki yastığa doğru yönelmiş; pedankül oluşturacak şekilde yerleşmiştir (Şekil 9b).

Yoroz Burnu taş ocağında net görülmemekle birlikte, inceleme alanında aglomeralar daha çok Trabzon-Giresun karayolu ve vadilere paralel yol yarmalarında net olarak gözlenmektedir. Arazinin üst kesimlerde yer alan aglomeralar iyi boylanmış (yuvarlaklaşmış) ve yaklaşık 30-40 cm çaplarında görülmektedir (Şekil 10).



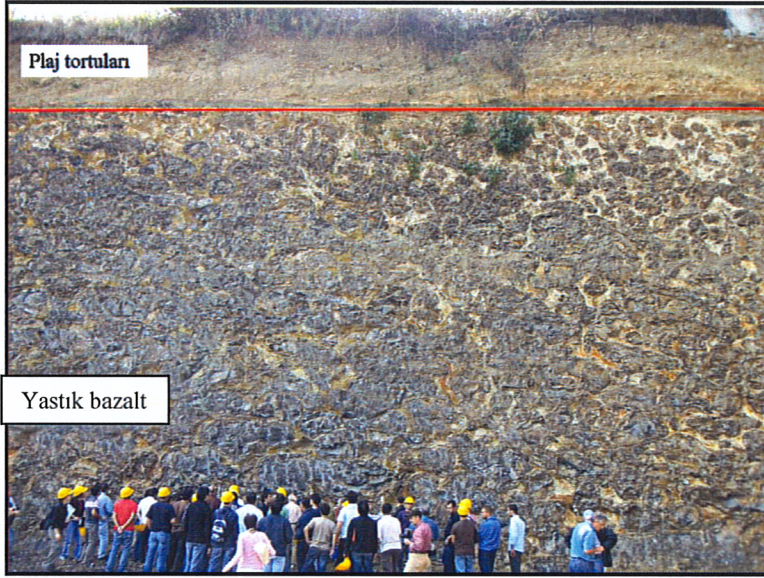
Şekil 9. Yoroz Taş Ocağı civarında görülen yastık bazaltlar (a), yastık bazaltlarda bulunan lav kabuğu (dış kabuk) ve damla şekli (b)

Yoroz Taş Ocağı çevresinde yastık lavların üzerinde açık sarı tonlarda plaj tortuları gözlemlenmiştir (Şekil 11).

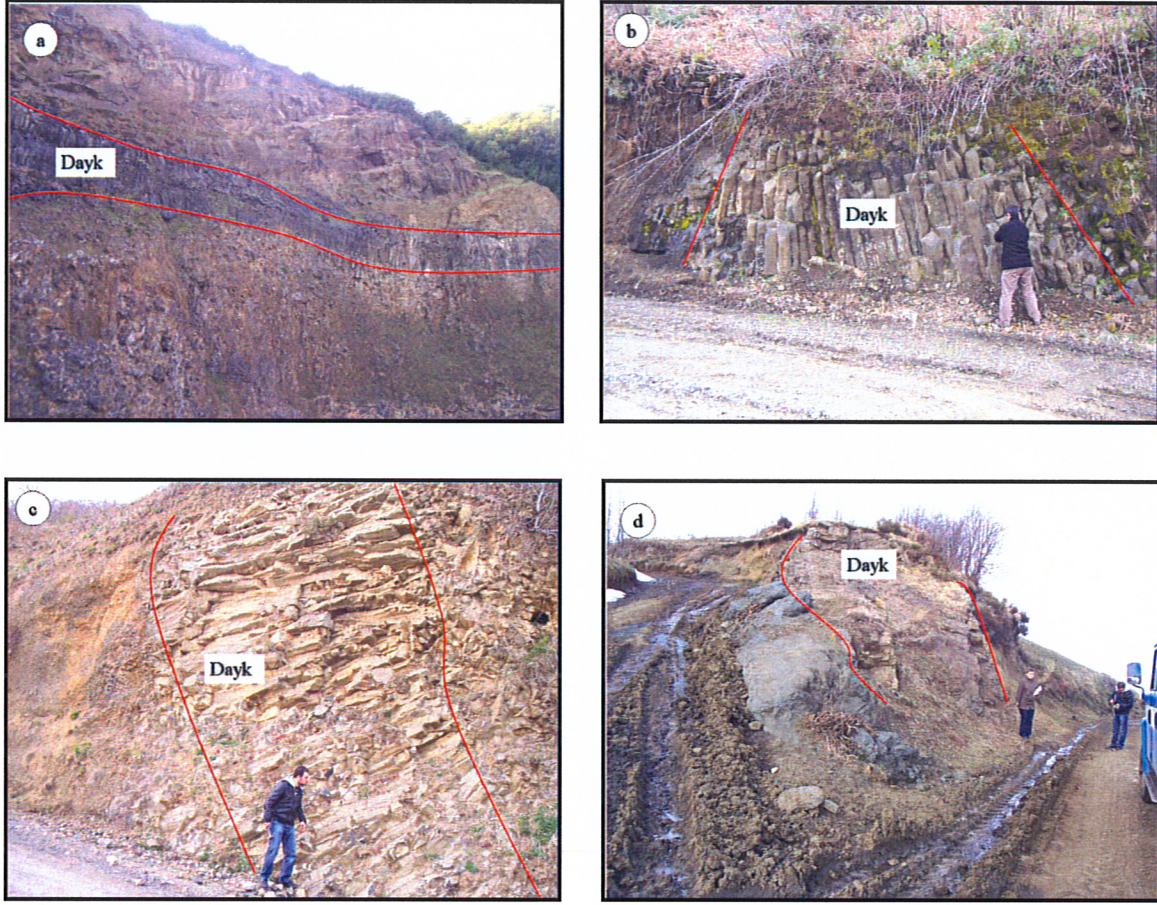
Yoroz Burnu ve çevresinde (Aşağı Mahalle, Cami Mahallesi ve Akçakale civarında) kalınlıkları 0.5 m ile 3 m arasında olan 3 adet dayk daha bulunmaktadır (Şekil 12a, b, c, d). Yol yarmalarında gözlemlenen bu dayklar arazinin örtülü olmasından dolayı iyi izlenememektedir. Güneybatı-Kuzeydoğu doğrultulu bu daykların eğimleri 5° ile 90° arasında değişmekte olup hemen hemen hepsi kolon debi göstermektedir



Şekil 10. Yoroz Taş Ocağı civarında görülen aglomeralardan bir görünüm



Şekil 11. Yoroz Taş Ocağı civarında yastık bazaltlar üzerinde bunları örten genç sedimanter kayaçlar



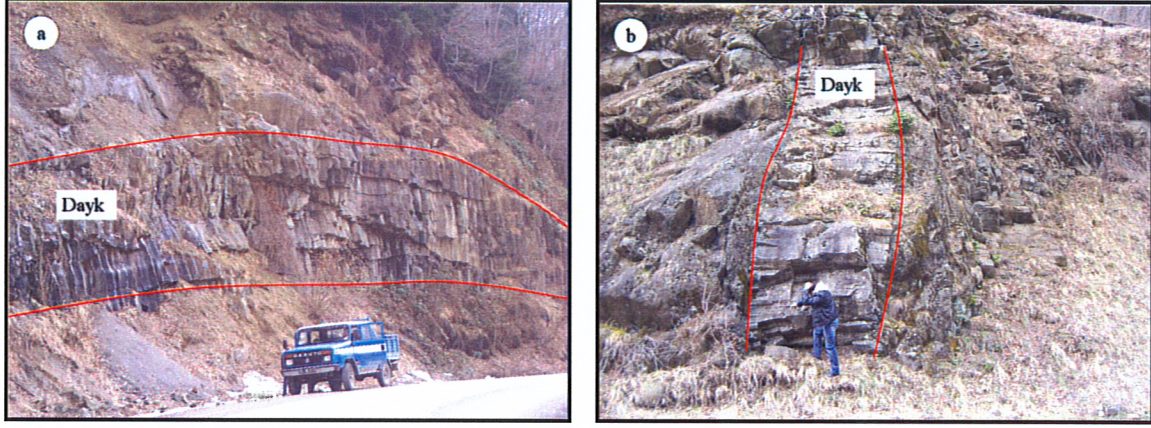
Şekil 12. Yoroz Taş Ocağında görülen dayk (a), Akçakale civarında rastlanan dayk (b), Aşağı Mahalle civarındaki dayk (c), Cami Mahallesi civarında görülen dayk (d)

3.2.2. Fol Vadisi

Eosen volkanizmasının en iyi gözlemlendiği vadilerden birisi de Fol vadisidir. Vadi boyunca yoğun bir bitki örtüsü olmasına karşın, en iyi yüzlemler Tonya-Vakfikebir karayolunda görülmektedir. Yer yer yastık debi gösteren bazalt, alkali bazalt ve piroklastitlerinin yoğun olarak gözlemlendiği vadi bu kayaçları kesen, kalınlıkları birkaç dm'den birkaç m'ye ulaşan onlarca dayk mevcuttur. Güneybatı-Kuzeydoğu doğrultulu bu daykların eğimleri 5° ile 90° arasında değişmektedir (Şekil 13).

Arazinin örtülü olmasından dolayı inceleme alanında gözlemlenen daykların boyu tam olarak gözlemlenmemektedir. Dayklar bol miktarda soğuma çatlakları (doğrultuya dik) içermektedir (Şekil 13).

İnceleme alanında gözlenen bazaltlar koyu gri-siyah tonlarında görülmektedir (Şekil 14). Araziden alınan el örneklerinde iri taneli piroksen minerallerine rastlanmıştır. Ayrıca bu el örneklerinde yapılan incelemelerde kalsit dolgularının varlığı tespit edilmiştir

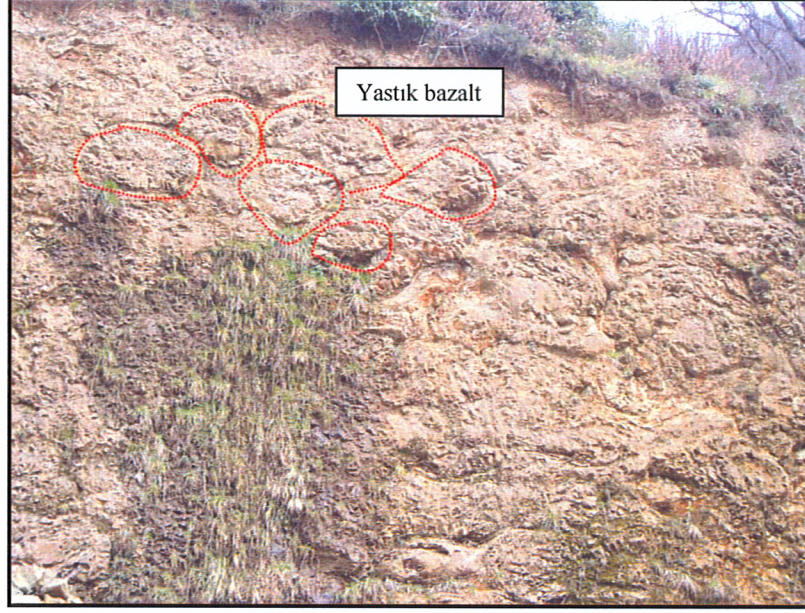


Şekil 13. Tonya yolu üzerinde Sağlık Ocağı civarında görülen dayklar



Şekil 14. Fol Vadisi boyunca görülen bazaltlar

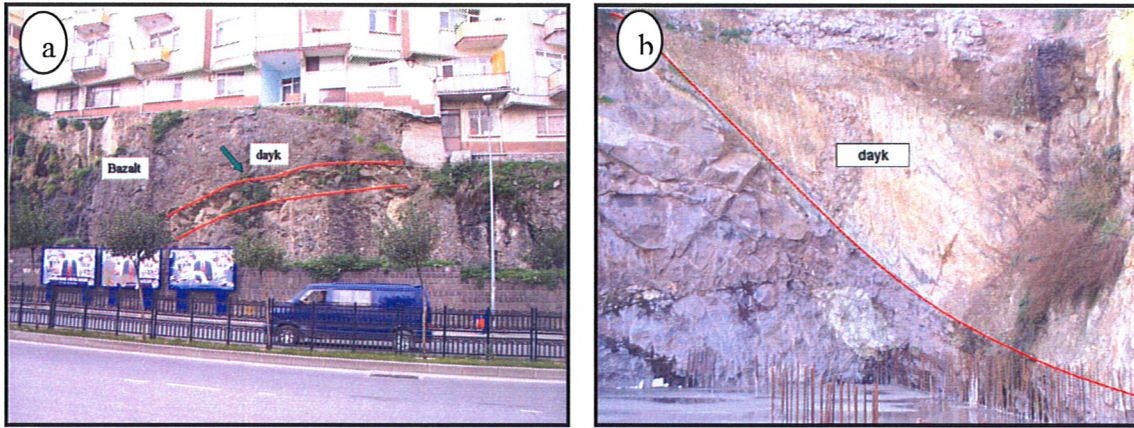
Tonya yolu üzerinde görülen yastık bazaltların çapları 30-40 cm arasında değişmektedir. Arazide açık-koyu kahve tonlarında değişen renklerde görülmektedir (Şekil 15).



Şekil 15. Petrol ofisi civarı (Tonya- Vakfikebir yolu) görülen yastık bazaltlar

3.2.3. Trabzon Merkez

Trabzon şehir merkezinde Eosen volkanizması baskın olarak gözlenirse de, temel kazılarında, özellikle Zağnos ve Tabakhane vadilerinde Üst Kretase yaşlı tortul kayaç mostraları sıkça görülür. Şehir merkezinde yüzlekler genellikle yol yarmaları boyunca ve temel kazılarında görülür. Bu çalışmada da Tanjant Bulvarı'nın Meydan Mevkiine yakın kısmındaki yol yarmasında Eosen volkanitlerini kesen dayk ile Trabzonda ki eski Evlendirme Dairesi'nin yıkımı sonucu yapılan temel kazısında bulunan dayk incelenmiştir.



Şekil 16. (a) Tanjant, (b) eski Evlendirme Salonu (Trabzon) alanında gözlemlenen dayklar ve bazaltlar

3.2.4. İnceleme Alanlarında Görülen Yan Kayaçların Mineralojisi

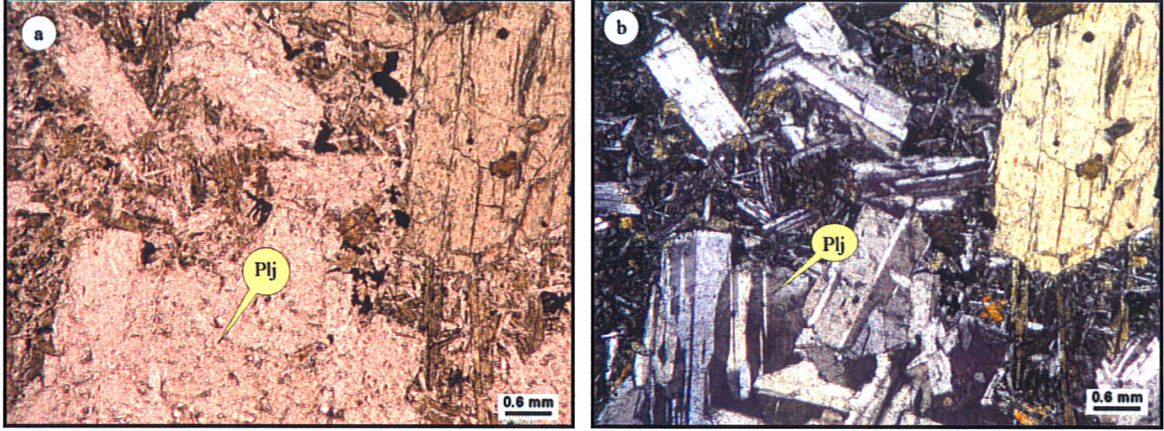
İnceleme alanlarından alınan kayaç örneklerinin en taze olanlarından ince kesitler hazırlanmıştır. Arazi stratigrafisine bakıldığında birimlerin bazalt, yastık bazalt, aglomera ve tüflerden oluştuğu görülmektedir. Arazide en genç birim diğer birimleri keserek yerleşen dayklardır.

3.2.4.1. Fol Vadisi

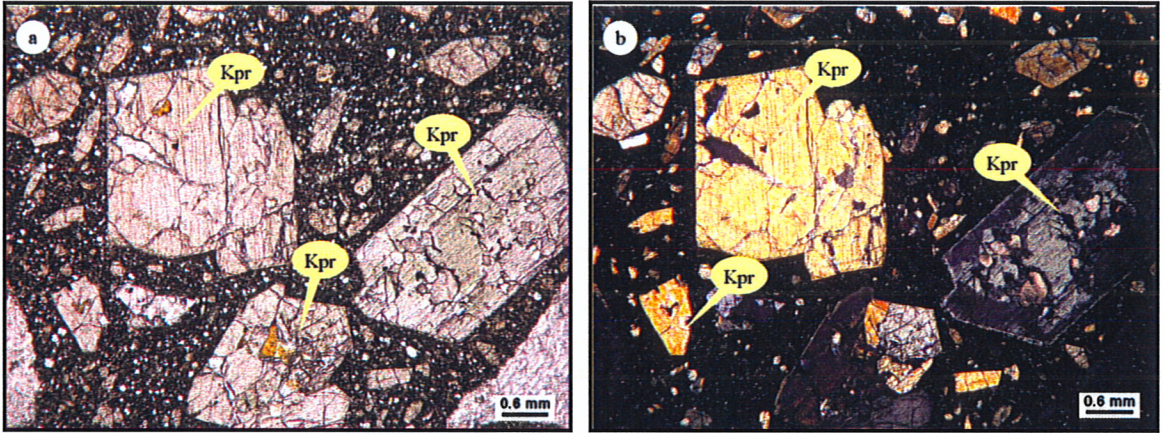
Vakfıkebir-Tonya yolu üzerindeki inceleme alanında gözlemlenen bazaltların petrografisine bakıldığında başlıca plajiyoklas (labrador) ve klinopiroksenden (ojit) oluştuğu görülmüştür.

Bazaltlarda en bol bulunan açık renkli minerallerden plajiyoklaslar, ince kesitte daima renksiz ve bazende alterasyon nedeniyle toprağımsı görülmektedir (Şekil 17a). Çapraz nikolde birinci dizinin gri-beyaz veya soluk sarı girişim renklerini gösterir (Şekil 17b). İnce kesitte yarı özşekilli latalar halinde görülmektedirler. Polisentetik ikizlenme göstermektedirler. Plajiyoklaslarda yapılan cins tayinlerinde plajiyoklasların 010 yüzeyine dik olan kesitlerinde (Michel Levy Yöntemi; Kerr 1959) bileşimi Labrador (An_{65}) olarak belirlenmiştir.

Bazaltlarda en bol bulunan koyu renkli minerallerden klinopiroksenler incelendiğinde tek nikolde renksiz ve çok açık grimsi yeşil renklerde görülmektedirler (Şekil 18a). Kuvvetli bir çift kırmaya sahip olan bu mineraller çapraz nikolde ikinci dizinin orta sıralarındaki (sarı-turuncu) girişim renklerini gösterirler (Şekil 18b). Tek nikol çalışmalarında yarı öz şekilli gözlenen klinopiroksenlerin dilinimleri oldukça belirgindir Yapılan sönme tayinlerinde sönme açılarının 45° - 55° olduğu saptanmıştır. Tüm bu verilere göre klinopiroksen türü ojit olarak belirlenmiştir.

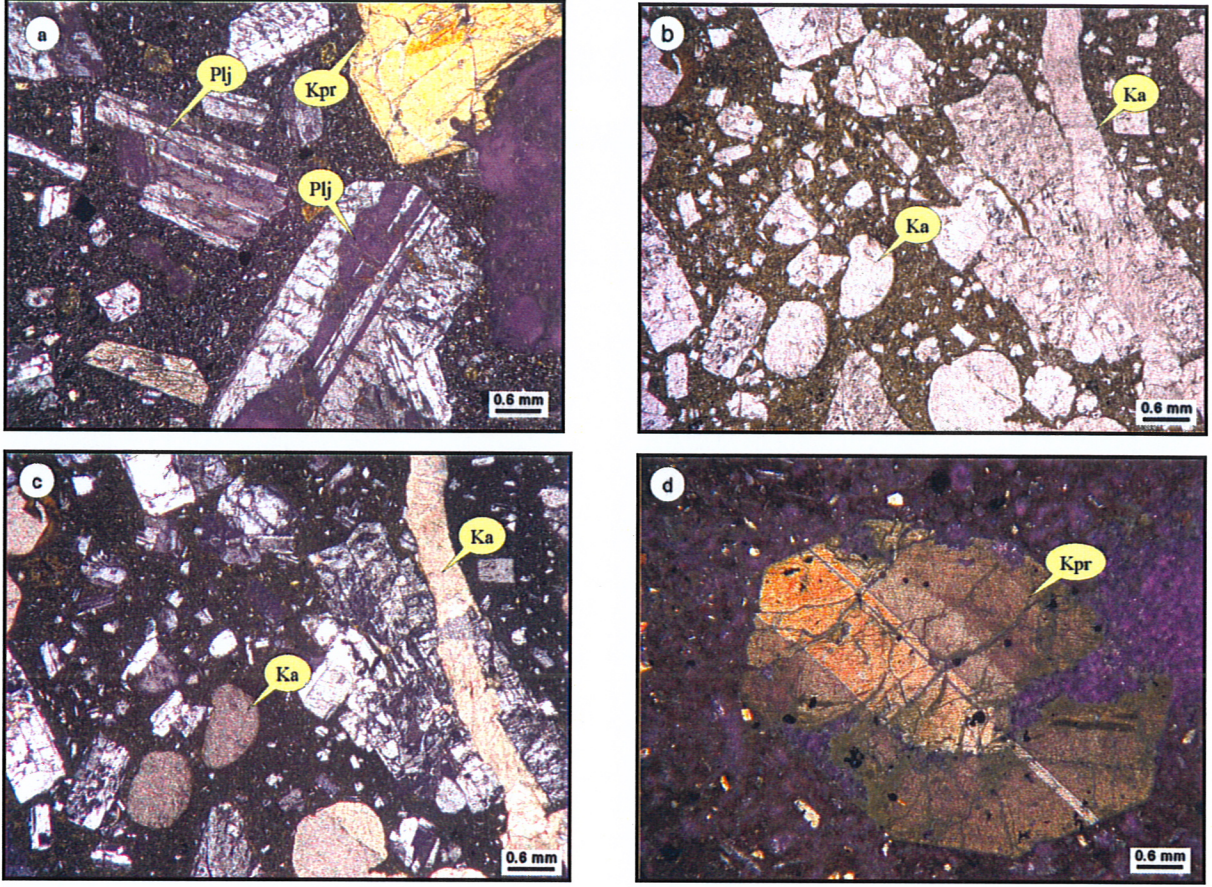


Şekil 17. Fol vadisi üzerindeki bazaltlarda görülen plajiyoklasın (a) tek nikol, (b) çapraz nikol görüntüsü (Plj: Plajiyoklas)



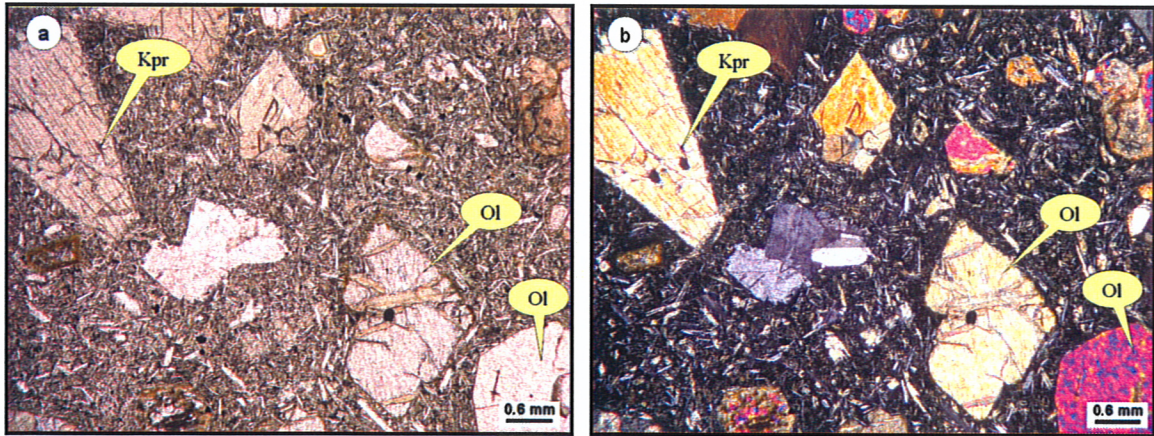
Şekil 18. Fol vadisi boyunca bazaltlarda görülen ojit (Kpr) mineralinin (a) tek nikol, (b) çapraz nikol görüntüsü. (Plj:Plajiyoklas)

Vakfıkebir-Tonya yolu üzerinde görülen yastık bazaltlarda yapılan mikroskopik incelemede klinopiroksen, plajiyoklas, ender olarak olivin ve kalsit mineralleri mevcuttur. Klinopiroksenler ve plajiyoklaslar oldukça büyük boyuttadırlar (Şekil 19a). Yastık bazaltlarda kayaç içersindeki boşlukları dolduran kalsit minerali gözlenmiştir. Tek nikol altında kalsit minerali renksiz olduğundan çok belirgin bir şekilde ayırt edilememektedir (Şekil 19b). Bazı yastık bazalt kesitlerinde zonlu piroksenlere rastlanmıştır. (Şekil 19d). Doku olarak mikrolitik porfirik bir doku hakimdir.



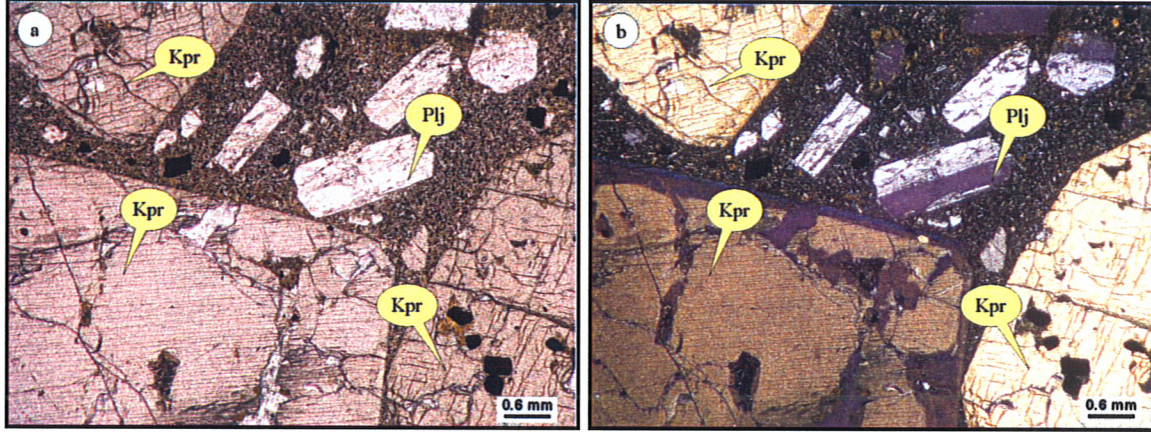
Şekil 19. (a) Vakfikebir-Tonya yolu üzerindeki yastık debili bazaltlarda görülen plajiyoklas (Plj) ve ojit, (b) tek nikelde görülen kalsit, (c) çapraz nikelde kalsit (Ka) minerali, (d) zonlu ojit (Kpr) minerali

Vakfikebirden-Trabzon karayolu boyunca bazaltlardan alınan örneklerde bol çatlak içeren olivine rastlanmıştır. (Şekil 20a, b). Bu örneklerde doku olarak mikrolitik porfirik doku hakimdir. Çapraz nikelde çok canlı renklerde görülmektedir.



Şekil 20. Sahil boyu bazaltlarda (a) tek nikelde, (b) çapraz nikelde olivin (Ol) minerali

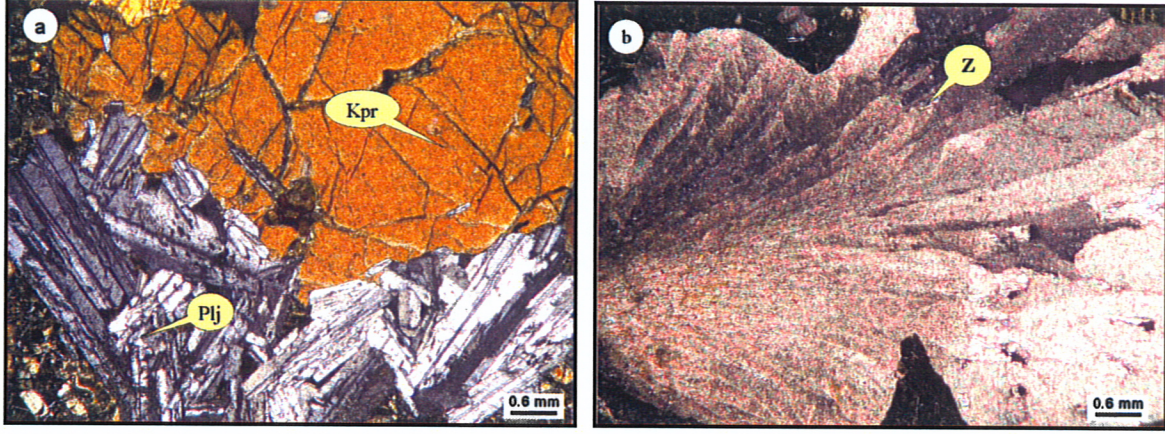
Vakfikebir –Tonya yolu üzerinde rastlanan dayklardan alınan örneklerin ince kesitleri incelendiğinde klinopiroksen minerallerinin plajiyoklaslara oranla daha büyük boyutta oldukları görülmüştür. Klinopiroksenlerin dilinimleri çok belirgin bir şekilde görülmektedir (Şekil 21).



Şekil 21. Vakfikebir –Tonya yolu üzerinde rastlanan dayklardaki (a) tek nikol, (b) çapraz nikolde klinopiroksen (Kpr) minerali,

3.2.4.2. Yoroz Burnu Taşocağı

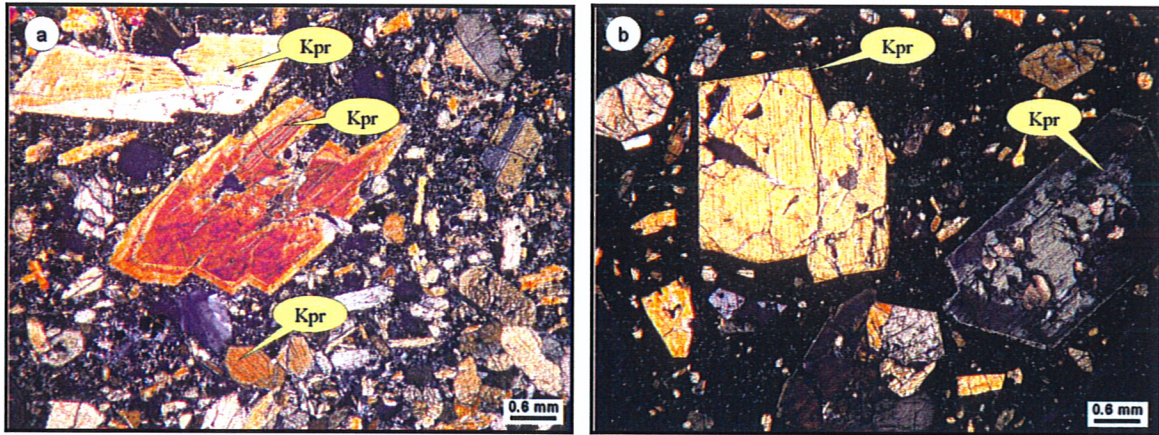
İnceleme alanlarından Yoroz mevkiinde gözlemlenen yastık bazaltların petrografisine bakıldığında ojit (klinopiroksen) ve plajiyoklas minerallerine rastlanmıştır. Piroksenler belirgin özellikleri olan dilinimleriyle karakteristiktirler. Çapraz nikolde koyu kahve renklerde görülmektedirler (Şekil 22a). İnce kesitlere bakıldığında plajiyoklas mineralleri kümelenmiş bir şekilde görülmektedir (Şekil 22a). Plajiyoklaslar açık renkli minerallerin tamamını oluşturur. Fenokristaller ve mikrolitler halinde bulunurlar. Plajiyoklas üzerinde yapılan cins tayinlerinde, 010'a dik kesitlerinde cinslerinin labrador olduğu anlaşılmıştır. Arazi gözlemlerinde yastık bazaltlarda net bir şekilde görülen ışınal yapısıyla belirgin olan zeolit mineralinde rastlanmıştır (Şekil 22b). Mikroskopik olarak incelenen yastık bazaltlarda zeolit mineralleri daha çok özşekilsiz kristaller halinde görülmüştür. Ayrıca ince kesitte boşluk dolgusu şeklinde kalsit dolguları gözlenmiştir. Bunlar beyazımsı gri - beyaz tonlarında belirgin bir şekilde gözlemlenmiştir.



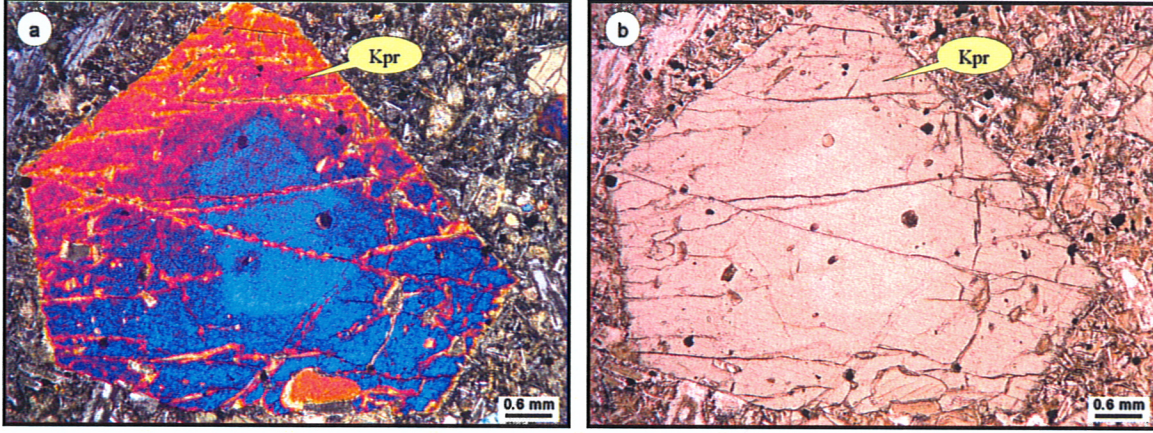
Şekil 22. Yoroz mevkiinde yastık bazaltlarda çapraz nikolde görülen (a) klinopiroksen (Kpr) ve kümelenmiş plajiyoklas (Plj) mineralleri, (b) zeolit minerali (Z)

Yoroz mevkiinde tüfler mikroskopik olarak incelendiğinde klinopiroksenler ve plajiyoklaslar görülmüştür. Ayrıca bazaltik kayaç parçaları bulunmaktadır. Klinopiroksenler çok canlı kahve-turuncu renklerinde görülmektedir. Birimden alınan örneklerin mikroskopik incelemelerinde, bunların bazik tüf oldukları anlaşılmıştır. Yapılan sönme tayinlerinde plajiyoklasların sönme açılarının 45° - 48° olduğu saptanmıştır (Şekil 23a, b). Olivin mineralleri tamamen bozmuş olduğundan ince kesitlerde gözlenememiştir. İnceleme alanında en üst seviyelerde aglomeralara rastlanmıştır.

Aglomeraların ince kesitleri incelendiğinde klinopiroksenlerin (ojit) tek nikolde dilinimleri çok belirgin bir şekilde görülmektedir. (Şekil 24b). Çapraz nikolde ise klinopiroksenlerin çok yüksek girişim rengi gösterdiği belirlenmiştir. (Şekil 24a).



Şekil 23. Yoroz mevkiindeki tüflerde çapraz nikolde görülen klinopiroksen (Kpr) minerali.



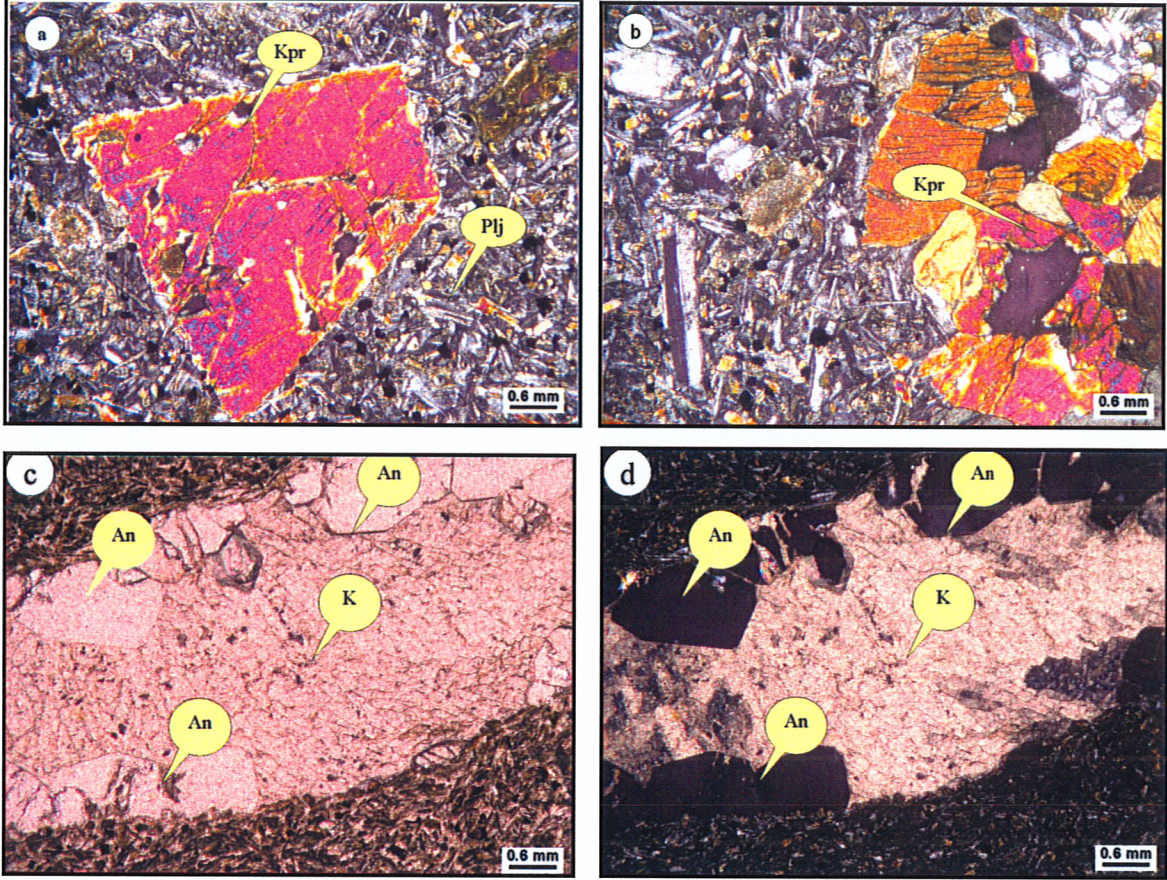
Şekil 24. Yoroz mevkiinde görülen aglomeralarda (a) çapraz nikolde, (b) tek nikolde klinopiroksen (Kpr) görüntüsü

Yoroz mevkiinde daykların mineralojisine bakıldığında başlıca klinopiroksen (ojit) ve plajiyoklaslardan oluştuğu görülmektedir. Plajiyoklaslarda yapılan cins tayinlerinde plajiyoklasların 010 yüzeyine dik olan kesitlerinde (Michel Levy Yöntemi; Kerr 1959) türü Labrador (An_{60}) olarak belirlenmiştir. Piroksenler plajiyoklaslara oranla genelde oldukça büyük boyutlarda gözlemlenmiştir. Piroksenlerdeki dilinimler oldukça belirgindir. Bazı piroksen mineralleri ince kesitte çapraz nikol altında çok yüksek girişim renkleri göstermiştir ve çok canlı renklerde görülmektedirler (Şekil 25a, b). Bazı kesitlerde ise piroksenler sarı ve kahve renklerinde ve oldukça büyük boyutlarda görülmektedir (Şekil 25a). İnce kesitlerde nadir olarak analsime rastlanmıştır. Tek nikoldeki rengi şeffaf olup çapraz nikolde siyah görülmektedir (Şekil 25c, d).

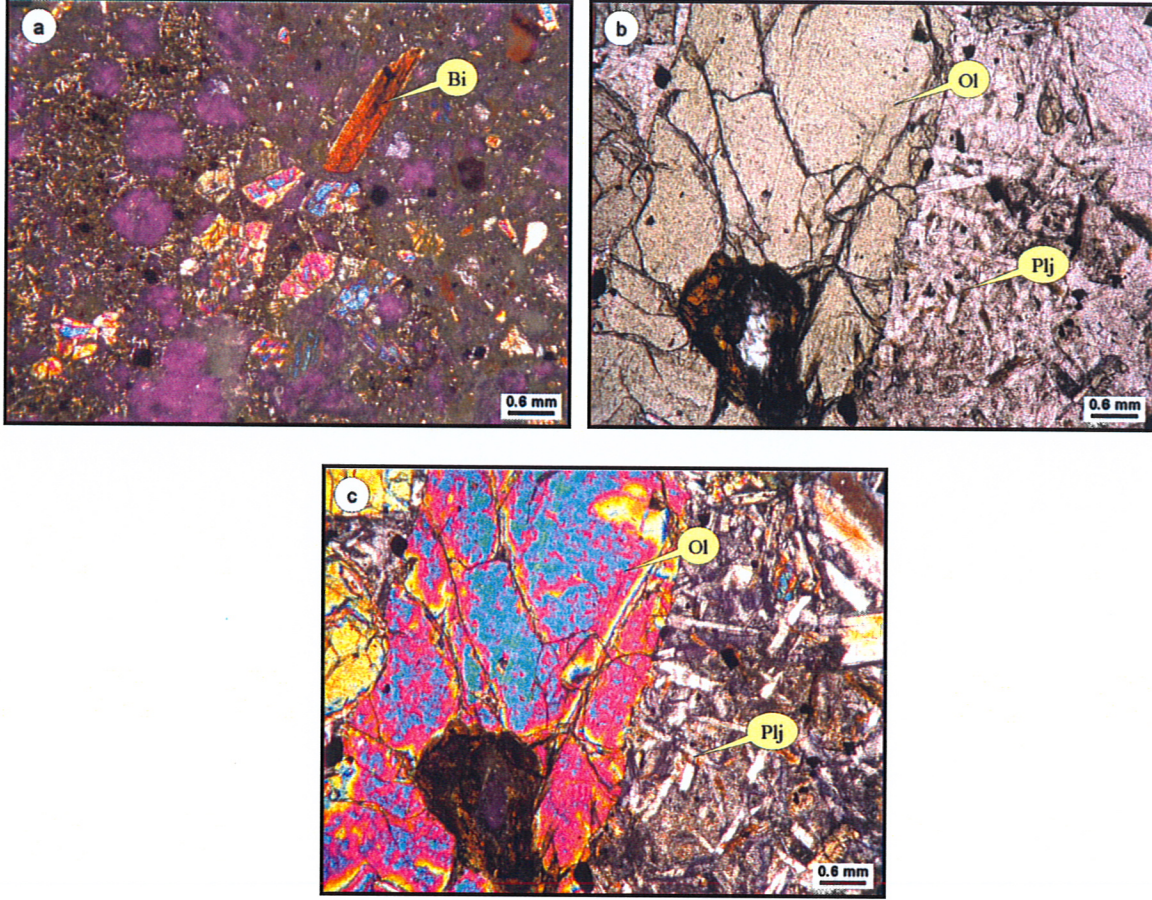
3.2.4.3. Trabzon Merkez

İnceleme alanlarından (Tanjant) Trabzon mevkiinde gözlemlenen bazaltlardan alınan örneklerin ince kesitlerinde yapılan incelemelerde biyotit minerallerine rastlanmıştır. Tek nikolde çok belirgin kahverengi-yeşil tonlarında görülen fenokristaller, levhamsı şekillere sahiptir (Şekil 26a). Ayrıca renk pleokroizması da görülür. Çapraz nikolde kuvvetli kırmaya sahip olup kahverengi girişim renklerinde görülür. Belirgin dilinim izi görülmekle birlikte çapraz nikolde yapılan sönme tayinlerinde bu izlere göre paralel sönme görülmüştür. Olivinler kayaç içerisinde çok sık görülmemekle birlikte yer yer kloritleşmiş, serpantinleşmişlerdir. Genellikle yarı öz şekilli mineraller olarak görülürler ve tek nikolde yüksek röliyeveli ve

renksizdirler (Şekil 26b). Çapraz nikelde ise çok yüksek girişim renklerine sahiptirler (Şekil 26c). Plajiyoklaslar daha çok küçük latalar halinde görülmektedir.



Şekil 25. (a, b) Yoroz mevkiinde dayklarda görülen klinopiroksenlerin çapraz nikeldeki görüntüsü, (b) klinopiroksen kümelenmesi (kümülofirik doku), dayklarda görülen kalsitlerin ve analsim mineralinin (c) tek nikel ve (d) çapraz nikel görüntüsü (Kpr: Klinopiroksen, An: Analsim, Plj: Plajiyoklas)



Şekil 26. Trabzon (Tanjant) mevkiindeki bazaltlarda görülen (a) biyotit minerali, (b) tek nikelde olivin, (c) çapraz nikelde olivin minerali

3.3. Volkanik Kayaçların ve Daykların Jeokimyası

3.3.1. Giriş

İnceleme alanı içerisinde Eosen zamanında gelişen bazaltik bileşimli volkanik kayaçları keserek yerleşen dayklardan ve bu daykların alt-üst dokanaklarındaki volkanik kayaçlardan alınan örneklerden ana oksit, iz ve nadir toprak element analizleri yapılmıştır. Bu analizlerden yararlanarak incelenen kayaçları oluşturan magmanın türleri ve kimyasal özellikleri tespit edilmeye çalışılmıştır. Ayrıca bu şekilde bölgenin jeotektoniğinin ortaya konulması amaçlanmıştır.

3.3.2. Eosen Volkanitlerini Keserek Yerleşen Daykların ve Dokanaklarındaki Volkanik Kayaçların Jeokimyası

3.3.2.1. Ana ve İz Elementler

Arazi çalışmalarında, Trabzon Merkez Tanjant mevkiinden 2 adet dayk ve 2 adet yan kayaç örneği; Yoroz Burnu civarından 4 adet dayk, 7 adet yan kayaç örneği ve Fol Deresi vadisi boyunca 2 adet dayk ve 4 adet yan kayaç örneği alınmıştır. Derlenen 21 adet örneğe ait ana, iz ve nadir toprak element analiz sonuçları Tablo 2'de verilmiştir. Eosen volkanitlerinin mikroskobik incelemelerinde genellikle bazalt oldukları görülmüştür. Ancak, incelenen pek çok örnek yüzeysel ayrışmaya ve alterasyona maruz kalmıştır.

İnceleme alanlarından Trabzon yöresinden alınan dayk örneklerinin SiO₂ içerikleri % 43,8-46,04, MgO içerikleri % 4,62-6,65, K₂O içeriği % 1,36-2,36 arasında olmasına karşın yan kayaçların SiO₂ içerikleri % 38,25-41,23, MgO içerikleri % 7,33-7,64, K₂O içeriği % 0,3-2,37 arasında değişmektedir. Yoroz yöresinden alınan dayk örneklerinin SiO₂ içerikleri % 45,53-53,61, MgO içerikleri % 2,22-12,5, K₂O içeriği % 2,29-6,17 olmasına karşın yan kayaçların SiO₂ içerikleri % 39,38-48,66, MgO içerikleri % 5,79-10,21, K₂O içeriği % 1,99-2,78 arasında değişmektedir. Fol Vadisi boyunca alınan dayk örneklerinin SiO₂ içeriği % 44,19-44,32, MgO içerikleri % 5,33-8,46, K₂O içeriği % 1,64-2,75 olmasına karşın yan kayaçların SiO₂ içeriği % 41,93-54,76, MgO içerikleri % 1-7,3, K₂O içeriği % 1,3-7,15 arasında değişmektedir.

Tablo 2. Eosen volkanitlerinin ana oksit (%), iz ve nadir toprak (ppm) element analizleri

YOROZ ÖRNEKLERİ												
	dayk		dayk		dayk		alt yan kayaç		üst yan kayaç		üst yan kayaç	
Örnek No	T-10 YD1	T-13 YD2	T-14 YD4	T-17 YD5	T-19 YD3	T-11 YYA1	T-12 YYA2	T-15 YYÜ2	T-16 YYA3	T18 YYÜ3	YYÜ1	YYÜ1
SiO ₂	45,53	53,61	52,50	51,86	46,99	40,17	46,82	39,78	39,76	48,66	39,38	39,38
TiO ₂	0,76	0,81	0,81	0,83	0,77	0,64	0,81	0,63	0,65	0,78	1,30	1,30
Al ₂ O ₃	11,97	17,74	17,78	16,95	13,31	10,30	13,36	11,14	11,18	13,62	14,06	14,06
Fe ₂ O ₇	10,85	6,82	7,35	9,45	9,89	9,36	10,54	8,70	8,65	10,66	8,02	8,02
Cr ₂ O ₃	0,08	0,00	<0,002	0,01	0,05	0,07	0,06	0,03	0,03	0,04	0,00	0,00
MnO	0,18	0,12	0,12	0,14	0,15	0,17	0,17	0,12	0,13	0,16	0,15	0,15
MgO	12,50	2,80	2,22	3,93	9,90	9,71	10,21	7,03	7,64	8,32	5,79	5,79
CaO	10,28	2,90	2,76	6,99	8,74	14,27	10,09	14,84	14,47	10,51	12,73	12,73
Na ₂ O	1,51	3,59	3,31	3,07	1,88	1,34	1,64	1,31	1,18	1,90	2,21	2,21
K ₂ O	2,29	6,17	6,01	4,19	2,70	1,99	2,60	2,01	2,00	2,78	2,32	2,32
P ₂ O ₅	0,32	0,55	0,57	0,53	0,35	0,27	0,37	0,33	0,32	0,38	1,15	1,15
Ateşte Kayıp	3,40	4,60	6,30	1,70	4,90	11,30	2,90	13,70	13,40	1,80	12,00	12,00
TOPLAM	99,67	99,72	99,73	99,65	99,63	99,59	96,67	99,62	99,41	99,62	99,11	99,11

Ba	326	796	839	602	372	259	394	311	323	398	879	879
Sr	543	342	409	833	535	387	639	578	533	691	2.976	2.976
Rb	55	150	148	106	66	41,70	62	33,1	32,2	70	35,6	35,6
Hf	1,60	3,30	3,40	2,10	1,80	1,30	1,90	1,60	1,40	1,70	4,10	4,10
Nb	3,60	14,2	14,1	4,90	3,50	2,50	4,10	2,90	3,10	3,30	41,50	41,50
Zr	54	124	126	80	61	43,9	62	52	52	60	195	195
Y	15,5	27,7	32,2	17,0	16,8	12,6	16,8	15,1	14,6	16,0	19,1	19,1
Zn	66	85	91	76	69	60	68	57	57	64	64	64
Ni	112	1,00	0,80	13,20	78	109	100	54	56	48,70	11,60	11,60
Cu	134	29,10	32,50	191	121	90	139	103	126	156	88	88
Ta	0,20	0,80	0,80	0,20	0,20	0,10	0,20	0,10	0,20	0,20	1,60	1,60
Th	4,70	11,5	11,6	9,60	6,30	3,60	4,90	4,90	5,30	5,10	14,1	14,1
Sc	36,0	10,0	10,0	16,0	31,0	30,0	33,0	25,0	27,0	34,0	12,0	12,0
Co	48,0	13,4	13,6	25,5	42,3	42,0	45,4	32,5	38,0	43,1	24,8	24,8
Cs	2,10	7,40	6,70	1,80	2,20	1,20	1,70	0,70	0,90	1,80	1,20	1,20
U	1,30	3,10	2,90	2,40	1,10	1,10	1,40	1,10	0,90	1,60	4,10	4,10
Ta	0,20	0,80	0,80	0,20	0,20	0,10	0,20	0,10	0,20	0,20	1,60	1,60
K	19010	51219	49891	34782	22414	16520	21583	16686	16603	23078	19259	19259
Pb	8,40	9,20	8,70	3,30	7,50	4,50	6,50	5,80	4,50	5,80	24,20	24,20
P	1384	2415	2497	2314	1506	1183	1611	1436	1380	1677	5004	5004
Zr	54	124	126	80	61	44	62	52	52	60	195	195
Ti	4567	4867	4867	4987	4627	3846	4867	3786	3906	4687	7812	7812
Yb	1,41	2,73	2,79	1,66	1,63	1,17	1,64	1,33	1,40	1,51	1,32	1,32

La	15,60	32,30	37,60	25,30	18,60	13,70	17,80	16,80	15,80	17,50	104,80	104,80
Ce	31,60	62,50	65,30	49,10	38,50	25,60	35,30	31,70	32,70	36,90	210,50	210,50
Pr	4,15	7,99	8,63	6,12	5,00	3,45	4,80	4,23	4,32	4,96	24,62	24,62
Nd	18,70	30,60	34,30	24,30	20,30	14,60	19,50	16,90	18,30	19,30	93,10	93,10
Sm	3,78	6,47	6,92	4,64	4,45	3,15	4,16	3,81	3,95	4,38	12,19	12,19
Eu	1,16	1,80	1,86	1,33	1,30	0,98	1,25	1,08	1,13	1,25	2,96	2,96
Gd	3,31	5,62	6,35	3,96	3,87	2,79	3,86	3,40	3,31	3,83	7,30	7,30
Tb	0,54	0,88	0,97	0,61	0,61	0,45	0,59	0,50	0,53	0,60	0,88	0,88
Dy	2,70	4,64	4,96	3,09	2,97	2,33	3,04	2,58	2,70	2,92	3,80	3,80
Ho	0,57	0,96	1,05	0,62	0,62	0,48	0,62	0,53	0,54	0,58	0,64	0,64
Er	1,60	2,78	3,00	1,74	1,77	1,30	1,76	1,48	1,56	1,62	1,49	1,49
Tm	0,26	0,45	0,47	0,27	0,29	0,21	0,27	0,25	0,24	0,26	0,22	0,22
Yb	1,41	2,73	2,79	1,66	1,63	1,17	1,64	1,33	1,40	1,51	1,32	1,32
Lu	0,23	0,43	0,46	0,27	0,27	0,18	0,25	0,22	0,23	0,25	0,20	0,20

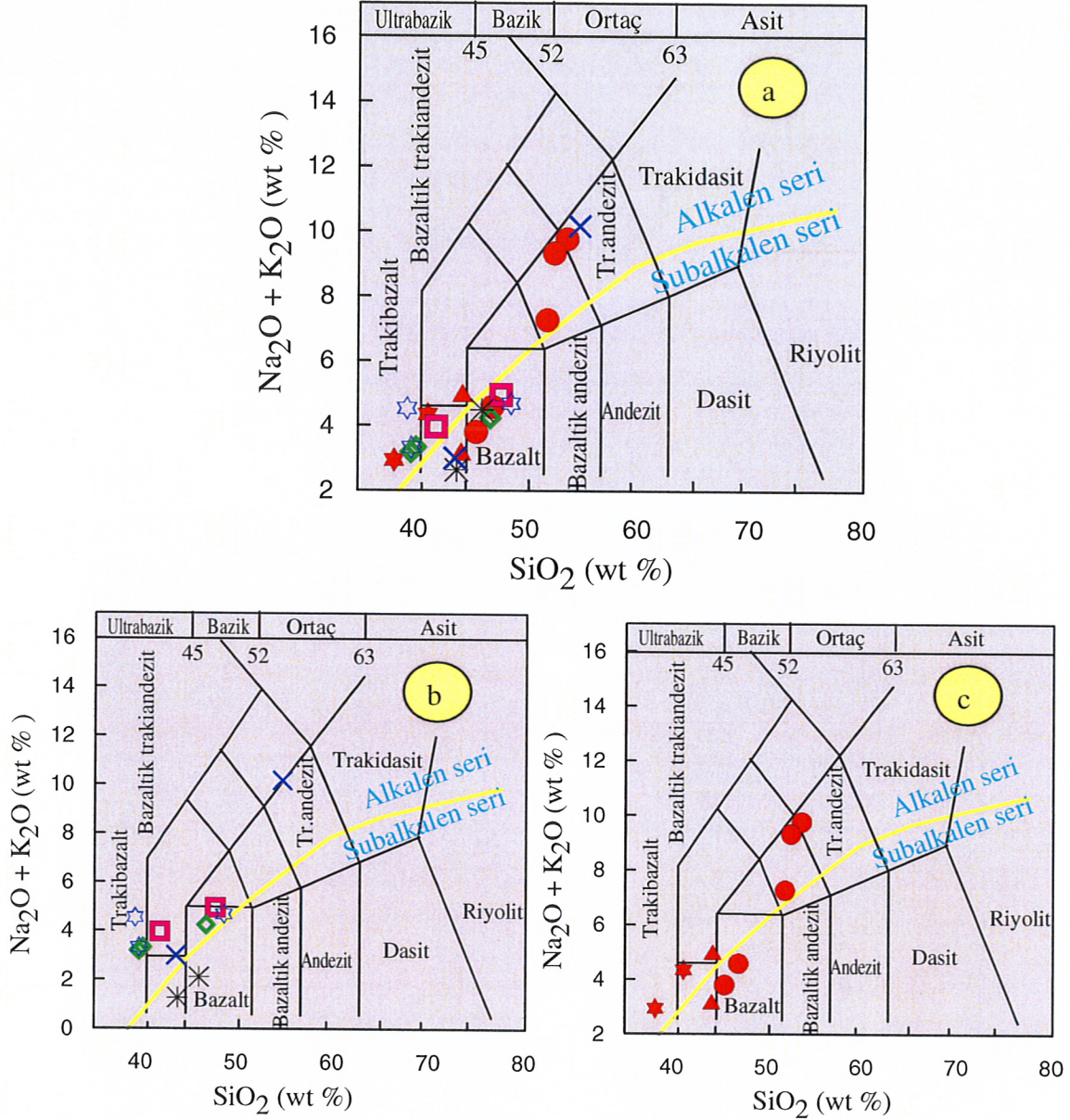
Tablo 2'nin devamı

Örnek No	TONYA ÖRNEKLERİ (fol vadisi)						TRABZON ÖRNEKLERİ			
	dayk		alt kayaç		üst kayaç		dayk		alt kayaç	
	T-1 TD1	T-5 TD2	T-2 TYA1	T-3 TYU1	T-4 TYA2	T-6 TYU2	T-21 ED1	T-22 TJD1	T-23 TJA1	T-20 EA1
SiO ₂	44,19	44,32	47,72	43,67	41,93	54,76	38,25	41,23	46,04	43,80
TiO ₂	1,70	1,16	1,18	1,01	1,30	0,81	1,26	1,09	0,81	1,23
Al ₂ O ₃	14,00	17,39	14,96	15,92	15,24	17,93	10,55	12,72	15,43	14,21
Fe ₂ O ₃	10,25	11,49	10,38	9,07	10,00	4,98	8,33	8,35	6,60	9,11
Cr ₂ O ₃	0,02	0,01	0,01	0,01	0,02	<0.002	0,05	0,03	0,01	0,03
MnO	0,16	0,20	0,36	0,14	0,15	0,06	0,20	0,14	0,11	0,13
MgO	8,46	5,33	6,31	5,55	7,30	1,00	7,33	7,64	4,62	6,65
CaO	13,11	9,78	9,53	12,76	11,02	2,58	19,88	14,24	10,82	12,98
Na ₂ O	1,46	2,20	2,40	1,69	2,61	3,01	2,63	1,98	2,12	1,27
K ₂ O	1,64	2,71	2,55	1,30	1,35	7,15	0,30	2,37	2,36	1,36
P ₂ O ₅	0,29	0,34	0,20	0,19	0,26	0,59	0,84	0,85	0,68	1,01
Ateşte kayıp	4,50	4,70	4,00	8,50	8,50	6,70	9,70	8,60	9,70	7,50
TOPLAM	99,78	99,63	99,60	99,81	99,68	99,57	99,31	99,24	99,30	99,28

Ba	313	378	719	282	300	728	1018	2074	2003	2576
Sr	487	976	985	1098	464	345	1377	2279	2745	1647
Rb	30,3	52,80	46,1	27,4	26,5	145	40,9	56	64	42,3
Hf	2,20	2,10	1,80	1,60	1,70	3,00	3,80	4,00	4,00	4,40
Nb	10,4	10,50	4,90	5,00	7,70	13,6	27,4	25,3	30,9	31,8
Zr	59	65	55	58	47,50	112	144	162	179	192
Y	19,7	19,2	17,0	16,5	17,0	24,2	20,8	21,6	18,0	25,4
Zn	61	70	65	76	65	67	41,0	41,0	30,0	49,0
Ni	35,3	12,6	12,1	21,3	47,3	1,20	49,5	28,5	4,30	23,9
Cu	125	94	75	70	99	25,10	52	54,90	19,10	68
Ta	0,60	0,60	0,30	0,30	0,50	0,80	1,30	1,00	1,20	1,30
Th	2,80	2,90	3,30	2,90	1,90	10,30	14,70	21,00	24,90	26,60
Sc	55	23,0	47,0	32,0	41,0	9,0	27,0	25,0	15,0	26,0
Co	42,8	35,3	39,7	30,4	38,4	13,2	30,7	35,0	20,5	30,0
Cs	0,40	0,30	0,30	0,40	1,60	3,20	2,90	1,40	1,80	0,80
U	0,70	0,80	1,00	1,00	0,60	2,40	1,40	4,40	5,00	2,80
Ta	0,60	0,60	0,30	0,30	0,50	0,80	1,30	1,00	1,20	1,30
K	13614	22497	21168	10792	11207	59354	2490	19674	19591	11290
Pb	2,90	5,40	5,30	9,10	4,50	11,4	24,5	22,5	17,2	27,3
P	1271	1502	891	830	1135	2576	3646	3711	2960	4401
Zr	59	65	55	58	47,50	112	144	162	179	192
Ti	10215	6970	7091	6069	7812	4867	7571	6550	4867	7391
Yb	1,71	1,77	1,52	1,54	1,49	2,37	1,46	1,59	1,48	1,93

La	13,80	17,50	12,40	13,60	11,80	31,90	66,20	86,90	100,40	101,60
Ce	31,30	36,30	26,90	28,10	26,60	64,30	139,80	175,30	188,00	201,20
Pr	4,44	4,76	3,67	3,75	3,71	7,82	17,58	20,86	21,01	24,77
Nd	19,50	21,10	16,30	16,70	18,10	33,10	70,50	78,80	76,60	95,20
Sm	4,80	4,32	3,79	3,52	3,93	6,10	10,94	12,18	10,04	14,65
Eu	1,50	1,43	1,17	1,11	1,31	1,84	2,72	2,98	2,45	3,58
Gd	4,42	3,95	3,59	3,51	3,86	5,52	7,58	8,40	6,38	10,04
Tb	0,71	0,67	0,57	0,56	0,63	0,85	0,92	1,03	0,77	1,20
Dy	3,69	3,58	3,21	2,98	3,36	4,29	4,15	4,47	3,40	5,30
Ho	0,72	0,69	0,60	0,60	0,63	0,86	0,68	0,76	0,58	0,87
Er	1,98	1,94	1,83	1,68	1,86	2,58	1,53	1,75	1,45	2,15
Tm	0,28	0,28	0,26	0,25	0,25	0,40	0,23	0,25	0,22	0,34
Yb	1,71	1,77	1,52	1,54	1,49	2,37	1,46	1,59	1,48	1,93
Lu	0,25	0,26	0,24	0,23	0,23	0,34	0,20	0,23	0,21	0,27

Trabzon yöresi, Yoroç Burnu ve Fol vadisinden alınan Eosen yaşlı dayklar ve yan kayaçların toplam alkalilere karşı silisyum diyagramı değerlendirildiğinde örneklerin genel olarak bazalt bileşiminde olup, alınan örneklerden bazıları ise bazaltik trakiandezit, trakiandezit ve trakibazalt bileşimindedir (Şekil 27).



Şekil 27. (a) Analizi yapılan tüm kayaçların, (b) Daykların, (c) Yan kayaçların SiO_2 'e karşı $\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$ diyagramı (Le Maitre vd.,1989).

- Yoroç Taş Ocağı ve çevresinden alınan dayk örnekleri
- ▲ Tonya'dan alınan dayk örnekleri
- ★ Trabzon'dan alınan dayk örnekleri
- × Fol Vadisinden alınan daykların üst yan kayaçlar
- Fol Vadisinden alınan daykların alt yan kayaçlar
- ☆ Yoroç Taş ocağındaki daykındaki üst yan kayaçlar
- ◇ Yoroç Taş ocağındaki daykın alt yan kayaçlar
- ✱ Trabzon Tanjantındaki daykın alt yan kayaçlar

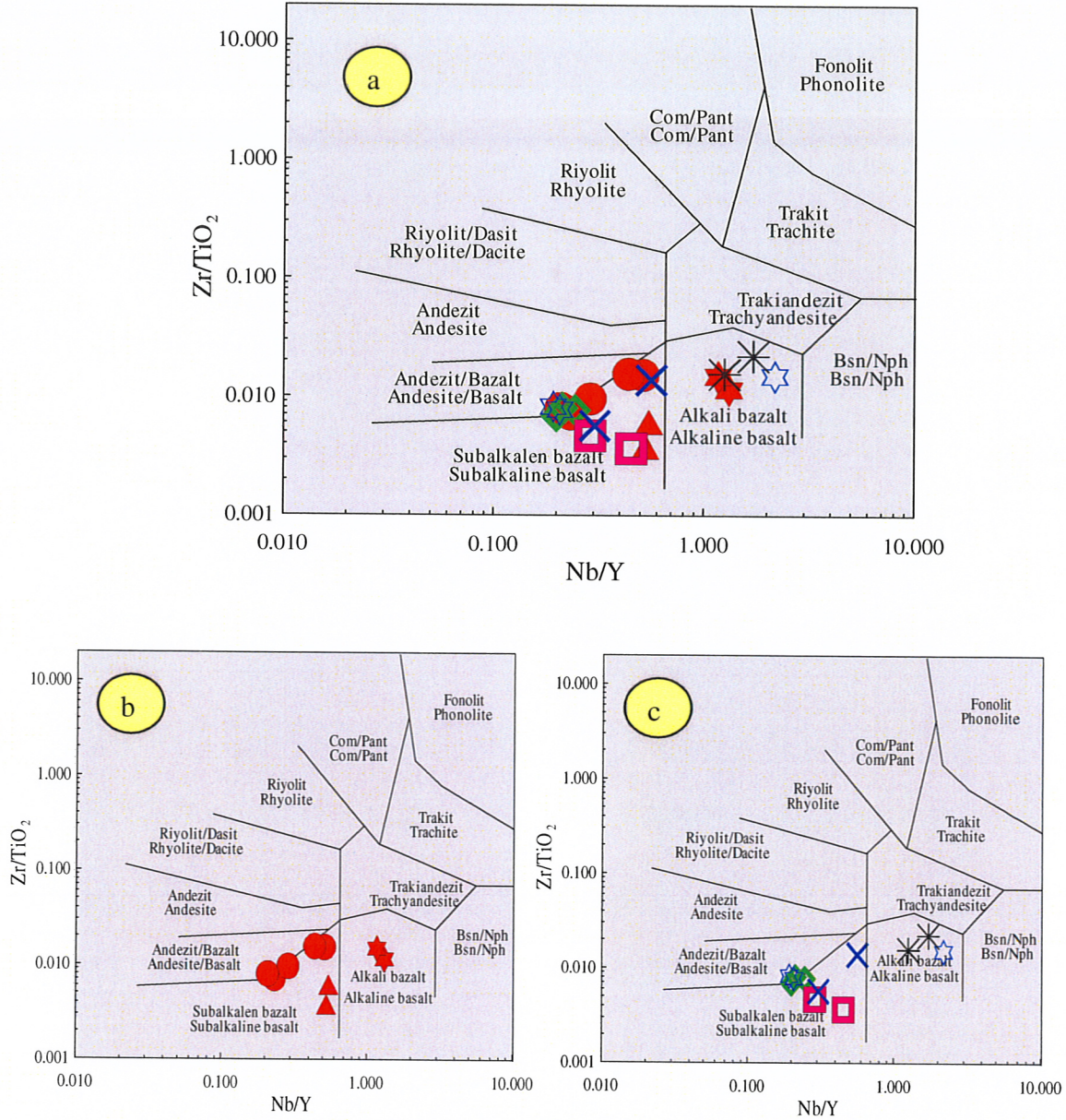
Yoroz civarında eski Taş Ocağının arka tarafında bulunan Cami Mahallesi'nden alınan dayk örneklerinden bazılarının bazaltik trakiandezit, trakiandezit ve trakibazalt bileşiminde olduğu görülmektedir. Ayrıca Tonya yolu üzerinde rastlanılan dayk örneğinin kesmiş olduğu alt yan kayacın da trakiandezit alanına düştüğü görülmektedir. Ancak bu diyagramda bir bazalt örneğinin trakiandezit veya trakibazalt kısmına düşmesi, bu örneklerdeki alterasyondan kaynaklanmaktadır. Bu nedenle bazı örnekler alkali alandaki trakiandezit ve bazaltik trakiandezit alanına doğru kaymıştır. Dolayısıyla bu volkanik kayaların kimyasal sınıflamasında ve diğer jeokimyasal özelliklerinin belirlenmesinde ana elementlerden çok, alterasyona karşı duraylı iz elementlerin kullanılması zorunlu hale gelmiştir.

Eosen volkanitleri, alterasyona karşı daha duraylı olan Nb, Y, Zr ve Ti elementlerinden yararlanılarak elde edilen Nb/Y'ya karşı Zr/TiO₂*0.001 diyagramında subalkali bazalt ve alkali bazalt kısmında toplanmaktadır (Şekil 28). Daha çok Trabzon Tanjant mevkiinden alınan dayk ve yan kayaç örneklerinin alkali bazalt kısmında toplandığı görülmektedir.

Eosen volkanitleri, SiO₂'ye karşı ana ve iz element değişim diyagramlarında birçok element açısından düzensiz dağılımlar göstermektedir. Gözlenen bu düzensiz dağılımlar kısmen alterasyondan kaynaklanabilir. Ancak bazı elementler açısından da iyi korelasyonlar vermektedir.

SiO₂'ye karşı hazırlanan ana element değişim diyagramlarında dayklarda ve yan kayaçlarda Na₂O, K₂O, Al₂O₃'da pozitif bir ilişki gözlenirken, CaO ve MgO'da negatif ilişki gözlenmektedir (Şekil 29). Bu durum kayaçların gelişiminde plajiyoklas, hornblend fraksiyonel kristalleşmesinin etkili olabileceğini göstermektedir. SiO₂ artışıyla CaO azalması plajiyoklas ve piroksen fraksiyonlaşmasını yansıtmaktadır.

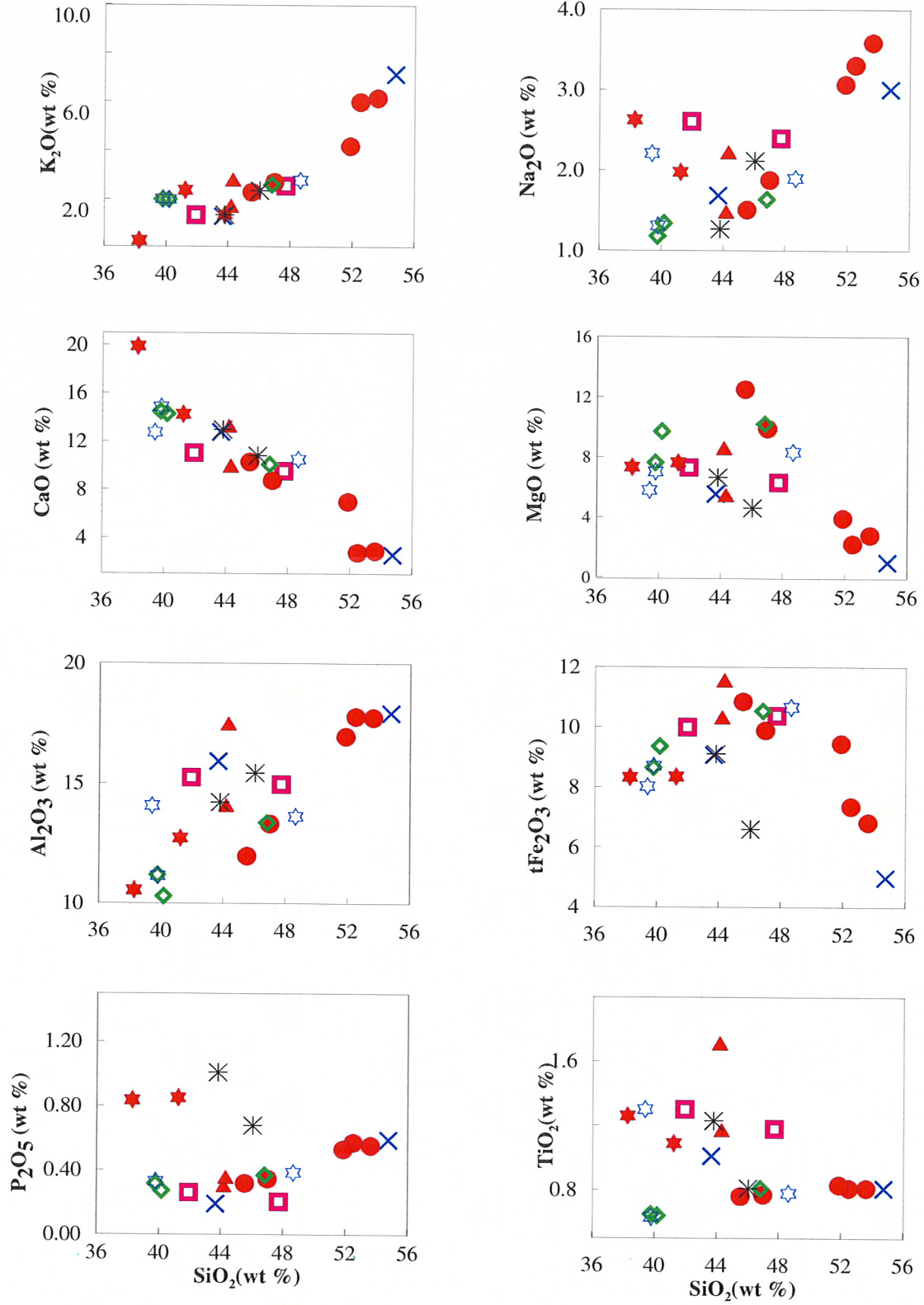
Genel negatif yönsemeler bazaltik kayaçların oluşum süreçlerinde rol oynayan bazı fazların ayrılaşmasıyla yakından ilişkili olmalıdır. Bu fazlar Harker diyagramlarına göre klinopiroksen, plajiyoklas, Fe-Ti oksitlerdir. Fraksiyonel kristallenme, magmatik kayaçların belirli ve sabit bir sıcaklık koşullarında kristalleşmediğini, kristalleşmenin bir sıcaklık aralığında geliştiğini, oluşan mineral çeşitlerinin ve kimyasal bileşimlerin sıcaklığın azalması ile sürekli değiştiğini ifade eder (Bowen, 1956). Diğer ana element değişim diyagramlarında düzensiz bir dağılım görülmektedir .



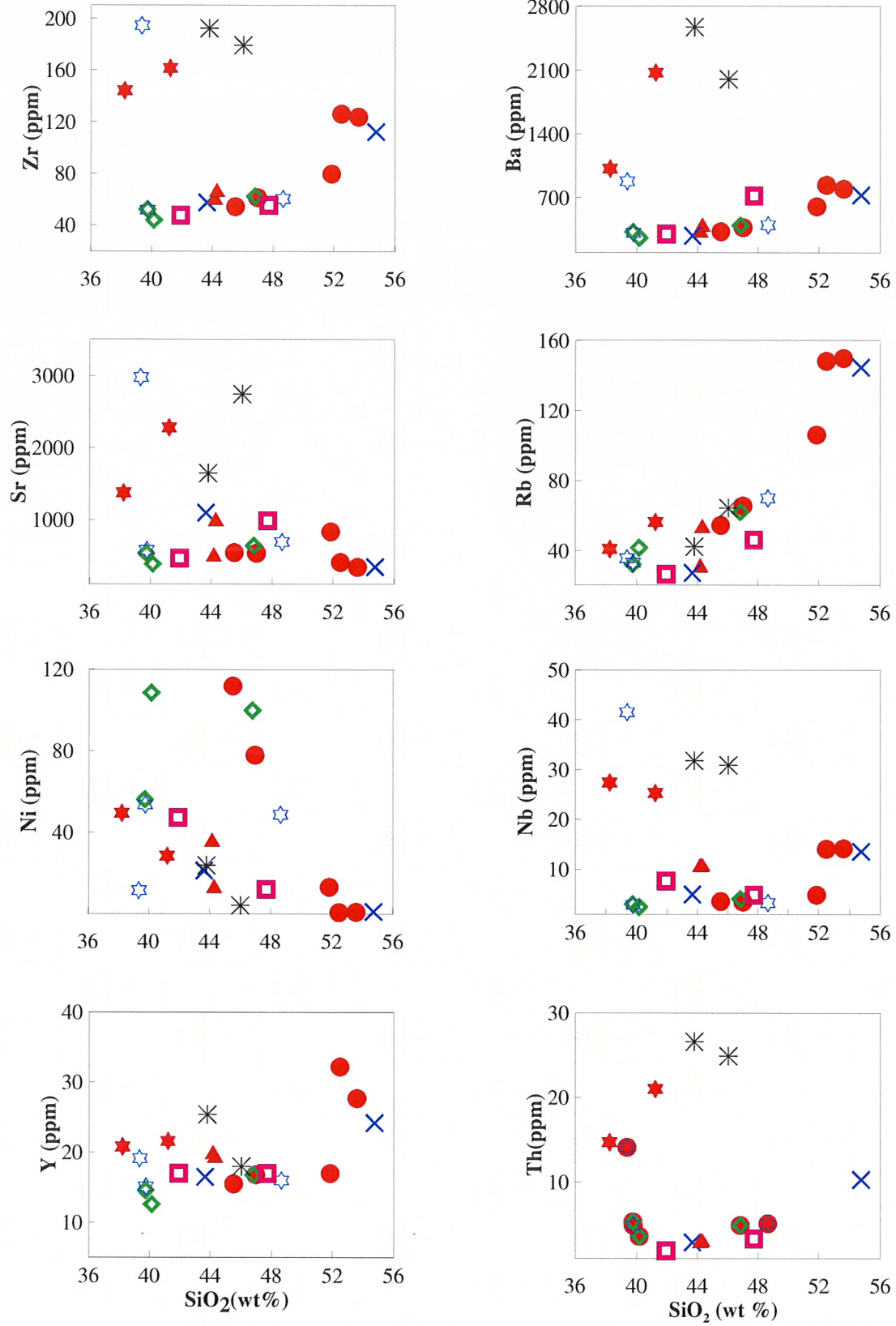
Şekil 28. (a) Analizi yapılan tüm kayaçların, (b) Daykların , (c) Yan kayaçların SiO_2 'ye karşı $Zr/TiO_2 \cdot 0.0001$ adlandırma diyagramındaki dağılımı (Winchester ve Floyd, 1976, Semboller Şekil 27'de olduğu gibidir).

SiO_2 'ye karşı hazırlanan iz element değişim diyagramlarında iyi derecede pozitif ve negatif yönsemeler saptanmamıştır. Diyagramlara bakıldığında Zr ve Rb'da artış da pozitif, diğer iz elementlerde ise daha çok düzensiz dağılımlar görülmektedir (Şekil 30). Bu düzensiz dağılımlar muhtemelen kontaminasyon±magma karışımı nedeniyle olabilir.

Sonuç olarak; ana ve iz element içerikleri, kayaçların bir ana magmadan fraksiyonel kristalleşmeyle türemiş olabileceklerini, ancak bunun, kayaçların gelişiminde ana magmatik olay olmadığını ve diğer olayların da (magma karışımı, kabuk kontaminasyonu v.b.) rol oynadığına işaret etmektedir.



Şekil 29. Analizi yapılan tüm kayaların ve daykların SiO₂ ye karşı ana element oksit değişim diyagramları (Semboller Şekil 27’de olduğu gibidir).



Şekil 30. Analizi yapılan tüm kayaçların ve dayıkların SiO₂'ye karşı iz element değişim diyagramları (Semboller Şekil 27'de olduğu gibidir).

Ana ve iz element değişim diyagramlarında gözlenen korelasyonlar, inceleme alanındaki bazaltik bileşimli volkanik kayaların ve daykların gelişiminde fraksiyonel kristalleşmenin etkili olduğunu göstermektedir.

3.3.2.2. Uyumsuz Elementler

Eosen volkanitlerine ait örneklerin N-tipi OOSB'a (Sun ve McDonough,1989) göre normalize edilmiş iz element dağılım diyagramları Şekil 31' de verilmiştir.

Örnekler genel olarak büyük iyonlu litofil elementlerce (K, Rb, Ba) zenginleşmiş olarak görülürken, Nb, Zr, Y, Ti bakımından fakirleşme söz konusudur. Yüksek K, Rb ve Ba içeriği volkanik kayalarda kabuk özümlemesi ve magma karışımının varlığına işaret etmektedir. Karakteristik olarak gözlenen negatif Nb ve Ta anomalileri ise, kayaların ana magmasının gelişiminde yitim bileşeninin etkili bir şekilde rol oynadığını göstermektedir (Pearce, 1983). Aynı zamanda negatif P ve Ti anomalileri, kayalarda apatit ve Fe- Ti-oksit gibi fazların kristallenip ilksel magmadan ayrıldıklarına işaret eder (Cox ve Hawkesworth, 1985).

Genel olarak bakıldığında P ve Ti dışında, Nb ve Ta elementlerinde de belirgin bir negatif anomali söz konusudur. İncelenen bütün bazaltik bileşimli kayalar ve daykların iz element dağılımlarının birbirine benzer olması, bu kayaların aynı veya benzer manto kaynağından türediklerini gösterir. Ayrıca bu paralel ve uyumlu dağılımların görülmesi Eosen yaşlı volkanik kayaların ve daykların oluşumunda farklılaşmanın önemini vurgulamaktadır.

Bu özellikler sonucunda, incelenen volkanik kayaların iz element değişimleri (Nb, Ta ve Ti elementlerindeki belirgin negatif anomaliler) kayaların genel olarak çarpışma sonrası yay volkanitlerine benzerlik gösterdiğini doğrulanmaktadır. (Pearce, 1982).

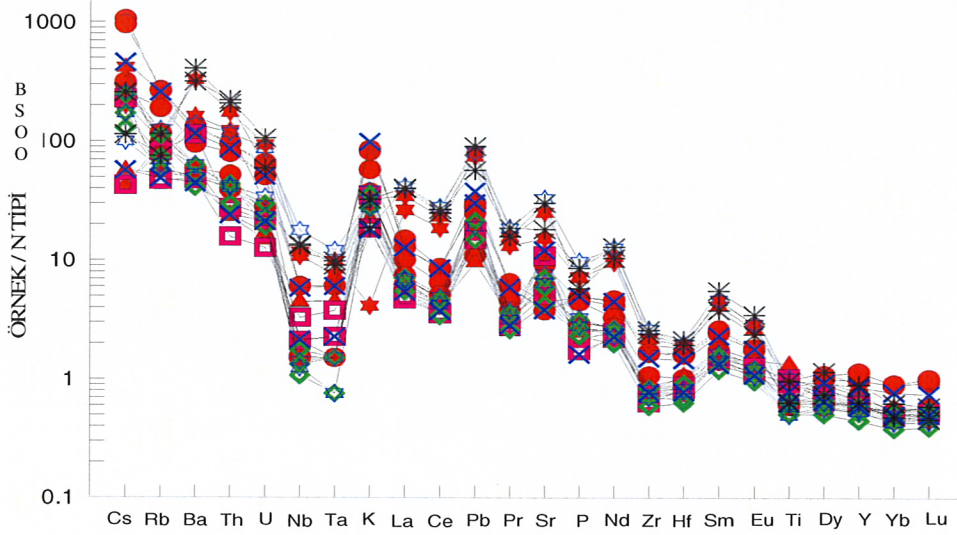
3.3.2.3. Nadir Toprak Elementler (NTE)

Eosen volkanitleri içerisinde yer alan bazaltların, bazaltik bileşimli kayaların ve daykların kondirite göre normalleştirilmiş (Boynton, 1984) NTE dağılım diyagramında, genelde tüm örnekler birbirlerine paralellik göstermektedirler (Şekil 32). Bu durum bazaltik bileşimli kayaların aynı kökenden türediklerini doğrulamaktadır.

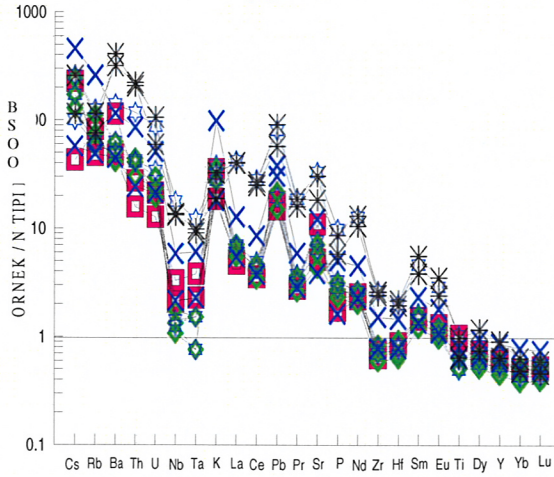
Dağılımların orta kısmının çukur olması ve hafif nadir toprak elementlere doğru gidildikçe yukarıya doğru konkav bir yapı sunması, volkanik kayaların gelişiminde piroksen fraksiyonlaşmasının etkili bir rol oynadığını göstermektedir.

Örneklerde genel olarak hafif NTE'ce daha çok zenginleşme, ağır NTE'ce daha az zenginleşme görülmektedir. İncelenen örneklerde Eu anomalisinin görülmemesi bu kayaların gelişiminde plajiyoklas ayrılaşmasının önemli bir rol oynamadığını göstermektedir.

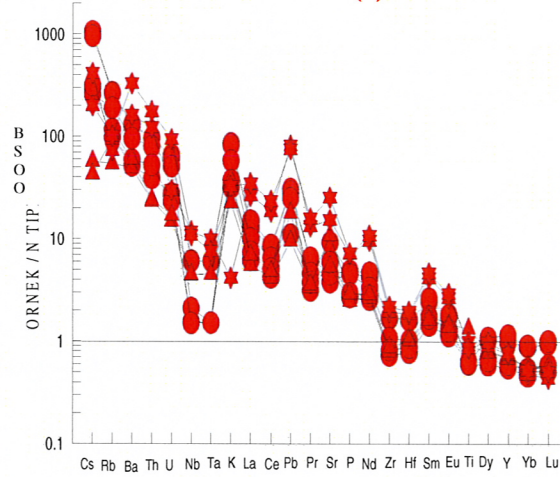
(a)



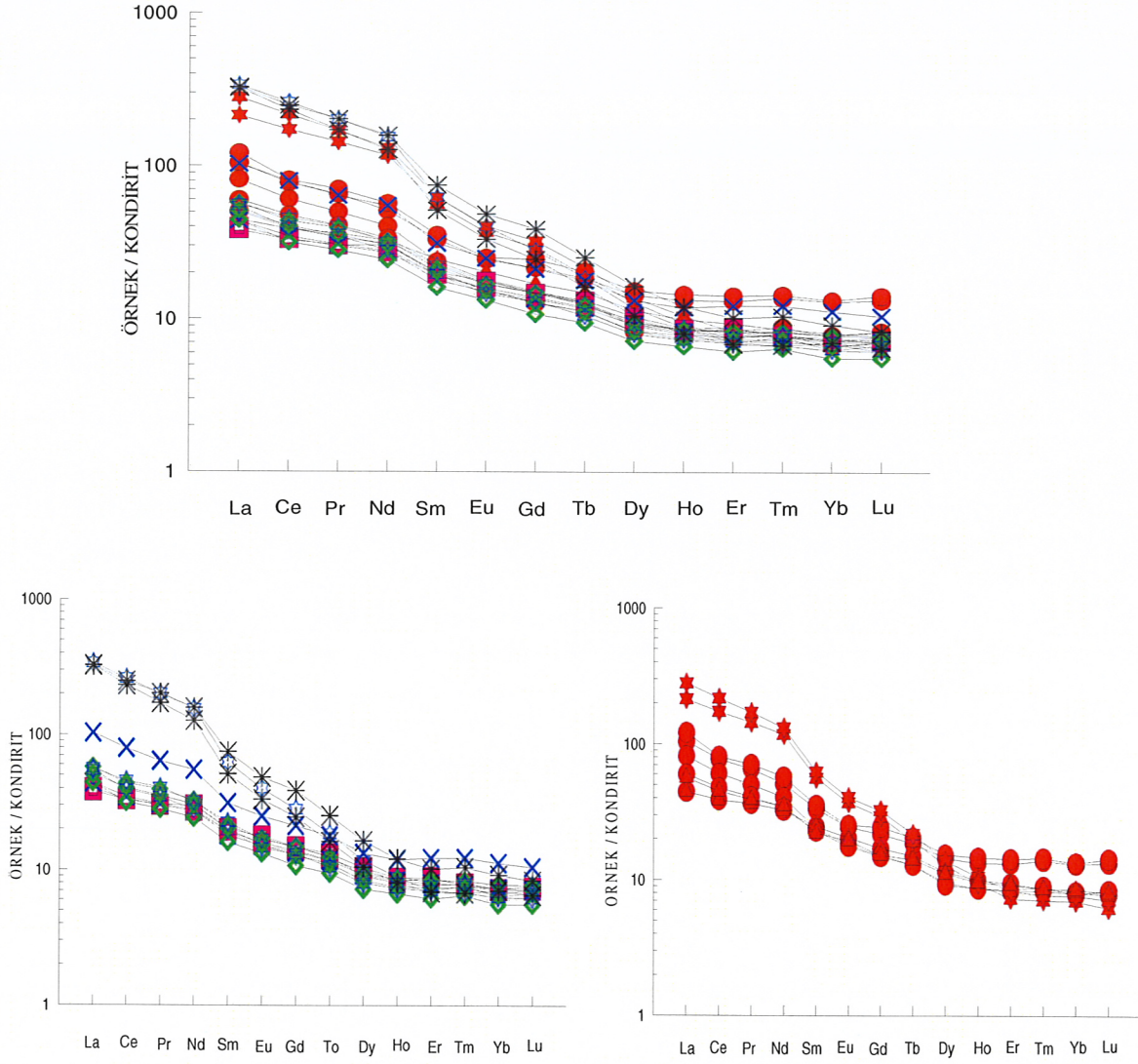
(b)



(c)



Şekil 31. (a) Analizi yapılan tüm kayaların (b) Daykların, (c) Yan kayaların N - tipi OOSB'a göre (Sun ve McDonough, 1989) normalize edilmiş iz element dağılım diyagramları (Semboller Şekil 27'de olduğu gibidir)



Şekil 32. (a) Analizi yapılan tüm kayaların (b) Daykların (c) Yan kayaların kondirite göre normalize edilmiş (Boynton, 1984) nadir toprak element diyagramları. (Semboller Şekil 27’de olduğu gibidir).

4. İRDELEME

Bu bölümde Eosen zamanında gelişen bazaltik bileşimli volkanik kayaçların ve bu volkanik kayaçları keserek yerleşen daykların mineralojik, kayaç kimyası ve petrolojik özellikleri irdelenmiştir.

İncelemeler Yoroç (Akçaabat), Tonya ve Tanjant (Trabzon) mevkiilerinde yapılmıştır. İnceleme alanlarının büyük bir kısmı volkanik kayaçlardan oluşmaktadır. Bu volkanik kayaçlar genel olarak bazaltlar, bazaltik bileşimli lavlar (yastık lav), aglomera ve tüflerden oluşmaktadır. Ayrıca arazide bu volkanik kayaçları keserek yerleşen ve en genç birimi oluşturan bazaltik bileşimli dayklar da görülmektedir.

Kabaköy Formasyonu içerisindeki Eosen yaşlı volkanik kayaçlar ve bu kayaçları keserek yerleşen dayklar başlıca klinopiroksen (ojit), plajiyoklas, ender olarak olivin ve lösit içermektedirler. İkincil mineral olarak daha çok boşluk dolgusu şeklinde bulunan kalsit ve zeolit minerallerine rastlanmıştır.

Olivin minerali daha çok çatlaklı bir şekilde, lösit mineralleri mikroskopta çok nadir görülmüştür. Bazı kesitlerde zonlu piroksenler görülmüştür Plajiyoklaslar daha çok albit ikizlenmesi göstermiştir. Ayrıca bu plajiyoklaslar üzerinde yapılan cins tayinlerinde bileşimlerinin Labrador olduğu anlaşılmıştır. İnceleme alanlarındaki dayklar ve yan kayaçların doku olarak genellikle mikrolitik porfirik bir dokuya sahip oldukları görülmüştür.

Eosen volkanik kayaçları için, SiO₂'ye karşı ana ve iz element değişim diyagramları hazırlanmıştır (Şekil 29, 30). Eosen volkanik kayaçlarının ve daykların farklılaşmasında genellikle klinopiroksen, Fe-Titan-Oksit, apatit, plajiyoklas ve biyotit mineralleri etkili olmuştur.

Özellikle Eosen yaşlı volkanik kayaçlarda ve bu kayaçları keserek yerleşen dayklarda magma karışımını ya da dengesiz kristallenmeyi işaret eden bazı önemli mikroskobik özellikler gözlenmiştir. Bazaltlardaki olivinler ve zonlu klinopiroksen mineralleri bu magmatik olayların delilleri sayılmıştır.

Yarı alkali- alkali özellikteki Eosen yaşlı Kabaköy Formasyonu'na ait volkanik kayaçların ve bu kayaçları keserek yerleşen daykların tektonik ortamıyla ilgili değerlendirmeler Müler vd. (1992)'nin önerdiği tektonik ayırtman diyagramlarına göre yapılmıştır. Bu ayırtman diyagramlar genelde hareketsiz elementlere (Ti, Al, P, Nb, Zr, Hf,

La, Ce) göre hazırlanmış olup, bunların kullanımı özellikle potasik volkanik kayalar için önerilmiştir.

Zr /Al₂O₃- TiO₂/Al₂O₃ (Şekil 33a) ve TiO₂-La-Hf (Şekil 33b) diyagramlarına göre, incelenen volkanik kayalar ve bu volkanik kayaları kesen dayklar hemen hemen tümüyle “kıtasal + çarpışma sonrası yay” alanında yer alırlar.

Ancak söz konusu kayaların kıtasal bir yayda mı, yoksa çarpışma sonrası bir yayda mı geliştikleri Ce/P₂O₅-Zr/TiO₂ (Şekil 33c) ve Zr-Nb-Ce/P₂O₅ (Şekil 33d) diyagramlarına göre irdelenebilir.

Şekil 33c’de Eosen yaşlı volkanik kayaların ve daykların “kıtasal yay” alanına geçişli olmakla birlikte genel olarak “çarpışma sonrası yay” alanına düştükleri görülmektedir. Buna karşın Şekil 33d tektonik ayırtman diyagramında, Eosen yaşlı volkanik kayalar ve dayklar farklılaşmadan dolayı “çarpışma sonrası yay- kıtasal yay” geçişine yakın olup “kıtasal yay” alanına düşmektedirler.

İnceleme alanı içerisinde Eosen zamanında gelişen bazaltik bileşimli volkanik kayalardan ve bu kayaları keserek yerleşen dayklardan alınan örneklerden ana, iz ve nadir toprak element analizleri yapılmıştır. Bu analizlerden yararlanarak incelenen kayaların meydana geldikleri magma türleri ve kimyasal özellikleri tespit edilmeye çalışılmıştır.

İnceleme alanındaki Eosen yaşlı dayklar ve yan kayaların, toplam alkali-silis diyagramında (Le Maitre v.d., 1989) genel olarak bazalt bileşiminde olduğu görülmüştür (Şekil 27).

Eosen volkanitlerinin Nb/Y Zr/TiO₂*0.001 diyagramında (Winchester ve Floyd, 1976), subalkali bazalt ve alkali bazalt kısmında toplandığı görülmüştür (Şekil 28).

Eosen volkanitlerine ait örneklerin N-tipi MORB’a (Sun ve McDonough, 1989) göre normalize edilmiş iz element dağılım diyagramlarında (Şekil 31) K, Rb, Ba zenginleşmiş olarak görülürken, Nb, Zr, Y, Ti bakımından fakirleşme söz konusudur. Bu diyagramlarda karakteristik olarak gözlenen negatif Nb, Ta, P ve Ti anomalileri volkanik yay bazaltlarının önemli bir özelliğidir ve bu kayaların ana magmasının gelişiminde yitim bileşeninin etkili bir şekilde rol oynadığını göstermiştir (Pearce, 1983). İncelenen dayk ve yan kayaların iz element karakteristiklerinin, genel olarak yay volkanitlerine benzerlik gösterdiği anlaşılmaktadır. (Pearce, 1982).

Eosen volkanik kayalarının ve daykların kondirite göre normalleştirilmiş (Boynton, 1984) NTE (Nadir Toprak Element) dağılım diyagramında (Şekil 32) volkanik kayaların gelişiminde piroksen fraksiyonlaşmasının etkili bir rol oynadığı görülmüştür. Örneklerde Eu

anomalisinin görülmemesi bu kayaçların gelişiminde plajiyoklas ayrılaşmasının önemsiz olduğunu göstermiştir.

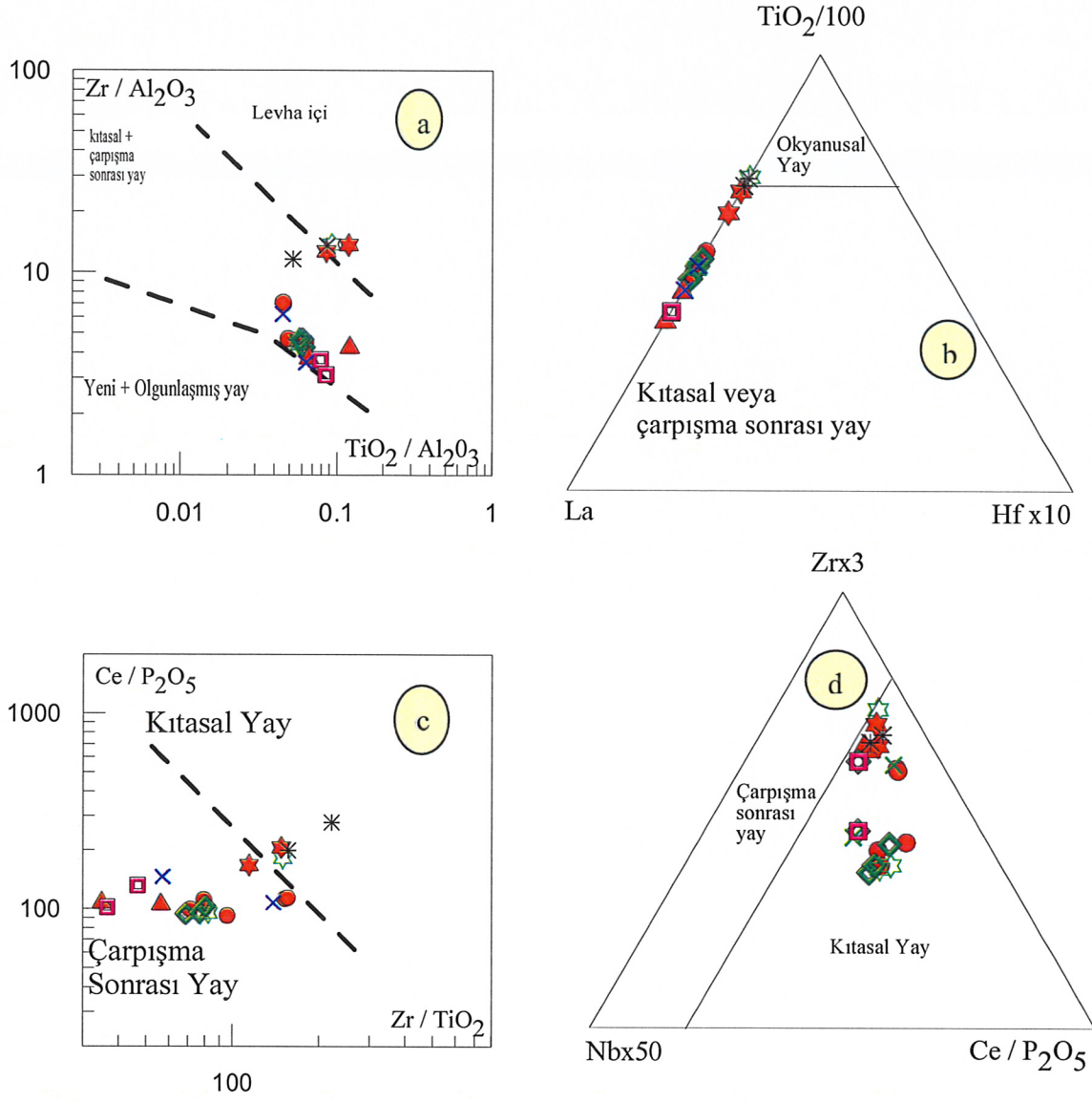
Tez çalışması kapsamında Eosen volkanikleri detaylı olarak incelenmiştir. Aynı zamanda bu volkanitlerin bölgede yaygın olarak yüzeyleme veren Üst Kretase ve Jura yaşlı volkanik kayaçlarla kökensel bir ilişkisinin olup olmadığını ortaya koyabilmek için bu üç grup jeokimyasal açıdan irdelenmiştir.

Bilindiği gibi Doğu Pontid Magmatik Arkı'nın gelişiminde Jura, Üst Kretase ve Eosen dönemlerinde meydana gelen yoğun volkanizma aktif rol oynamıştır. Eosen volkanizması magmatik ark'ın hem Kuzeyinde hem de Güney kesiminde aktif iken, Üst Kretase volkanizması, Kuzey Zon'da, Liyas volkanizması ise Güney Zon'da baskındır. Bu volkanik dönemleri karşılaştırma amacı ile hazırlanan iz ve nadir toprak element dağılım diyagramlarında (Şekil 34, 35) zenginleşme değerleri farklı olmakla birlikte genellikle benzer dağılım trendlerinin olduğu görülmektedir.

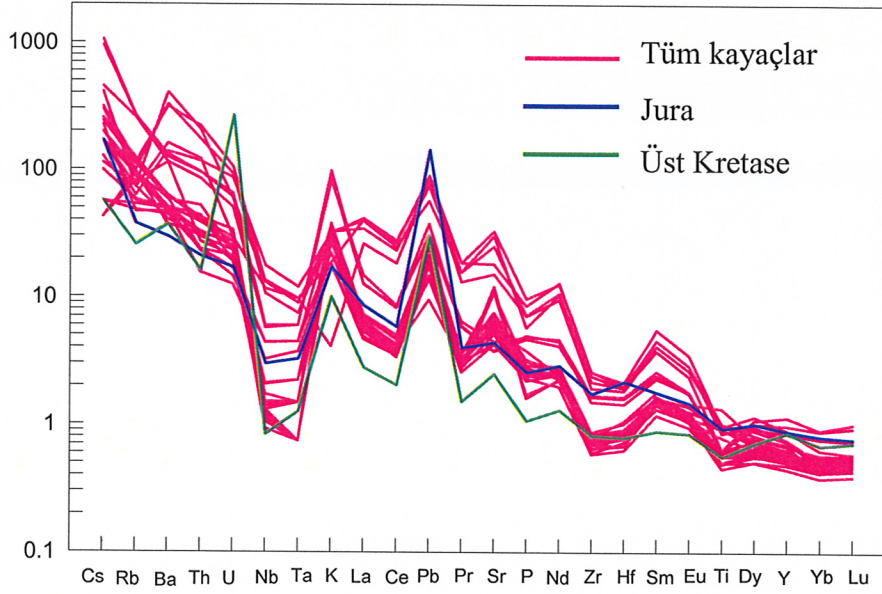
N-OOSB'a göre normalleştirilmiş iz element dağılım diyagramlarında (Şekil 34) tüm birimlerde BİÇE'de (büyük iyon yarıçaplı elementler) zenginleşme, YÇAE'de (yüksek çekim alanlı elementler) ise BİÇE'ye kıyasla bir tüketilme söz konusudur. BİÇE elementlerindeki bu zenginleşme muhtemelen magmaların yükselimi sırasında kabukla olan etkileşimden kaynaklanmaktadır. Ayrıca tüm kayaçlarda negatif Nb, Ta, Zr, Hf ve Ti anomalileri, ve pozitif Pb anomalileri oldukça dikkat çekicidir. Bu dağılım trendleri ve anomaliler yitim ilişkili magmaların genel karakteristiklerindedir.

Kondirite göre normalleştirilmiş nadir toprak element dağılım diyagramında ise (Şekil 35), iz element dağılım diyagramında olduğu gibi tüm kayaç gruplarının, genel olarak yitim ilişkili magmalarda tipi olarak görüldüğü gibi, HNTE'nin ANTE' ye göre daha fazla zenginleşmiş olduğu göze çarpmaktadır. Ancak Eosen volkaniklerinde Tanjant civarından alınan örnekler Yoro ve Tonya'dan alınan örneklere göre özellikle HNTE'ce daha fazla zenginleşmişlerdir. Bu durum, zaman içinde bu kayaçları oluşturan magmanın fraksiyonlaşması ile ilişkili olabilir.

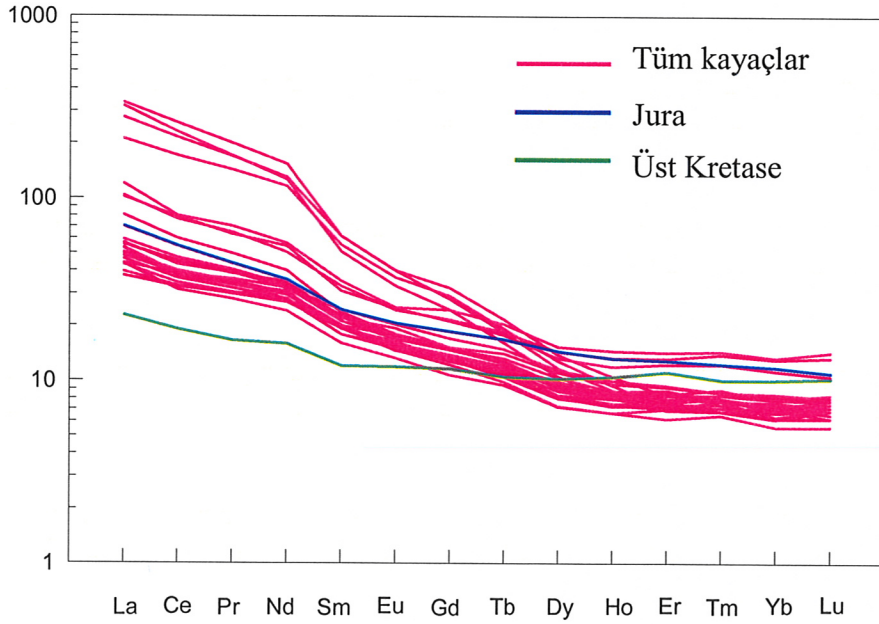
Sonuç olarak; Doğu Pontid Magmatik Ark'ında Jura, Üst Kretase ve Eosen dönemlerinde gelişen magmatik kayaçların, farklı zamanlarda ancak kökensel olarak benzer bir bileşime sahip magmalardan türemiş olduklarını ve bu özellikleri ile her üç grubun yitim ilişkili magmaların özelliklerine sahip olduklarını söyleyebiliriz.



Şekil 33. Analizi yapılan tüm kayaçların ve dayıkların (a) Zr/Al_2O_3 - TiO_2/Al_2O_3 , (b), TiO_2 - La - Hf , (c) Ce/P_2O_5 - Zr/TiO_2 (d), Zr - Nb - P_2O_5 tektonik ortam ayırtman diyagramları (Müler vd. 1992). (Semboller Şekil 27'de olduğu gibidir.)



Şekil 34. Jura, Üst Kretase ve Eosen volkanik kayaçlarının N - tipi OOSB'a göre (Sun ve McDonough, 1989) normalize edilmiş iz element dağılım diyagramı.



Şekil 35. Jura, Üst Kretase ve Eosen volkanik kayaçlarının kondirite göre normalize edilmiş nadir toprak element diyagramı (Boynton, 1984).

5. SONUÇLAR

Trabzon-Tonya-Vakfikebir üçgeninde kalan inceleme alanlarında yüzeyleyen Eosen volkanik kayaçları ve bu kayaçları keserek yerleşen daykları konu alan bu çalışmanın önemli sonuçları aşağıda maddeler halinde verilmiştir:

1. Doğu Pontid Kuzey Zonu'nda yer alan Trabzon ili sınırları içerisinde yer alan Akçaabat, Vakfikebir, Tonya üçgeninde kalan inceleme alanının 1/500.000 ölçekli jeoloji haritası yapılmıştır.
2. İnceleme alanlarının tamamı volkanik kayaçlardan oluşmaktadır. Bu Eosen yaşlı volkanik kayaçlar ana mineral olarak genellikle bazaltlar, bazaltik bileşimli lavlar (yastık lav), aglomera ve tüflerden oluşmaktadır. Bu kayaçlarda çoğunlukla mikrolitik porfirik, yer yer kümülofirik doku gözlenmektedir. Ayrıca arazide bu volkanik kayaçları keserek yerleşen ve en genç birimi oluşturan bazaltik bileşimli dayklarda görülmektedir.
3. İnceleme alanlarındaki Eosen yaşlı bazaltik bileşimli volkanik kayaçlardaki ve dayklardaki ana bileşenler genelde klinopiroksen (ojit), plajiyoklas, olivin yer yer biyotit, ve lösit mineralleridir. İkincil mineral olarak boşluk dolgusu olarak kalsit ve zeolit mineralleri bulunmaktadır.
4. Plajiyoklaslarda yapılan cins tayinlerinde plajiyoklasların (010) yüzeyine dik olan kesitlerinde bileşimi Labrador (An_{65}) olarak belirlenmiştir.
5. Eosen yaşlı volkanik kayaçlar yarı alkali-alkali özellikte olup, K içerikleri oldukça yüksektir. Bu kayaçlar bazalt bileşimindedir. Bu kayaçlar genel olarak büyük iyonlu litofil elementlerce (K, Rb, Ba) zenginleşmiş olarak görülürken, Nb, Zr, Y, Ti bakımından fakirleşmiş olduğu görülmektedir.
6. Yüksek K, Rb ve Ba içeriği volkanik kayaçlarda kabuk özümlemesi ve magma karşımının varlığına işaret etmektedir.

7. İnceleme alanlarındaki ana ve iz element değişimleri volkanik kayaçların gelişiminde genellikle klinopiroksen, plajiyoklas, biyotit, Fe-Ti-Oksit ve apatit mineralleri etkili olmuştur.
8. Karakteristik olarak gözlenen negatif Nb ve Ta anomalileri ise, kayaçların ana magmasının gelişiminde yitim bileşeninin etkili bir şekilde rol oynadığını göstermektedir.
9. İncelenen bütün bazaltik bileşimli kayaçlar ve daykların iz element dağılımlarının birbirine benzer olması, Eosen yaşlı volkanik kayaçların ve daykların oluşumunda farklılaşmanın önemini vurgulamaktadır.
10. Tektonik ortam ayırtman diyagramları, Eosen yaşlı volkanik kayaçların ve daykların daha çok çarpışma sonrası yay ortamında oluştuklarını göstermiştir.
11. Eosen volkanik kayaçları yer yer sil ve dayklar şeklinde yüzelediği için, öncelikle patlamalı, daha sonra da "lav" akıntıları şeklinde gelişmiş olmalıdır.

6. KAYNAKLAR

- Ağar, Ü., 1977. Demirözü (Bayburt) Köse (Kelkit) Bölgesinin Jeolojisi, Doktora Tezi, İ.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü , İstanbul 59 s.
- Akın, H. 1978. Geologie, Magmatismus und Lager-staettenbildung im ostpontischen Gebirge-Turkei aus der Sicht der Plattentektonik. Geologische Rundschau 68, 253- 283.
- Akıncı, Ö., Barbieri, M., Calderoni,G., Ferini, V., Masi, u., Nicoletti, M., Petruciani, C. ve Tolomeo, L., 1991. The Geochemistry of Hydrothermaly Altered Rocks of the Lower Volcanic Cycle from the Eastern Pontides (Trabzon NE Turkey), Chem.Erde, 51,173-186.
- Aliyazıcıoğlu İ. ve Arslan M., 1998. Gümüşhane yöresi volkanik kayaçlarının jeokimyasal ve petrolojik karakteristikleri: Doğu Pontid Güney Zonu'nda Paleosen Eosen volkanizmasının gelişimi, Fırat Üniversitesinde Jeoloji Mühendisliği Eğitiminin 20. Yıl Sempozyumu Bildirileri, 273-287.
- Arslan, M., Tüysüz, N., Korkmaz, S. ve Kurt, H., 1997. Geochemistry and Petrogenesis of the Eastern Pontide Volcanic Rocks, Northern Turkey, Chem. Erde, 57,157-187
- Arslan, M., Aslan, Z. ve Şen, C., 2000. Diverse evolutionary paths in southern and northern zone granitic intrusions of eastern pontide paleo-arc setting, NE Turkey. Rapakivi and Associated Mineralization, IGCP project 373, 29-31, Field Conference in Southern Finland.
- Arslan, M., Şen, C., Aliyazıcıoğlu, İ., Kaygusuz, A. ve Aslan, Z., 2000 a. Trabzon ve Gümüşhane yörelerinde (KD, Türkiye) yüzeyleyen Eosen (?) volkanitlerinin Karşılaştırmalı Jeolojisi, Mineralojisi ve Petrolojisi, Cumhuriyetin 75. Yıldönümü Yerbilimleri ve Madencilik Kongresi, Bildiriler Kitabı, I: 39 - 53.
- Arslan, M., Arslan, Z., Şen, C. ve Hoskin, P.W.O., 2000b. Constrains on petrology and Petrogenesis of Tertiary Volcanism in the Eastern Pontide Paleo-Arc System, NE Turkey, Goldschmidt 2000, Journal of Conference Abstracts, 5, 2, 157-158.
- Arslan, M., Temizel, İ. ve Abdioğlu, E., 2002. Subduction Input versus source enrichment and role of crustal thickening in the generation of the Tertiary Magmatism in the Pontid Paleo-arc Setting, NE Turkey, In: De Vivo, B., Bodnar, R.J., (eds), Workshop - Short Courses on Volcanic Systems, Geochemical and Geophysical Monitoring Melt Inclusions: Methods , Applications and Problems, Proceedings, , Napoli, Italy, 13-16.
- Arslan, M. ve Aslan, Z., 2006. Mineralogy, petrography and whole - rock geochemistry Tertiary granitic intrusion in the Eastern Pontides, Turkey, Journal of Asian Earth Sciences, 27, 177-193.

- Aslaner, M., Gedikoğlu, A. ve Tülümen, E., 1982. Harşıit Polimetalik Mineralizasyonlarının Ayrıntılı Araştırılması, TÜB7TAK Matematik-Fiziki ve Biyolojik Bilimler Araştırma Grubu Proje no: TBAG 390, Ankara
- Aydın, F., 2003. Değirmendere Vadisi (Trabzon-Esiroğlu, KD Türkiye) volkaniklerinin mineral kimyası, petrolojisi ve petrojenezi. Doktora Tezi, KTÜ Fen. Bil. Ens., Trabzon (Yayınlanmamış)
- Barbieri , M., Conforto, L., Garbarino, C., Masi, U., Nicoletti, M. ve Akıncı, Ö., 2000. Geochemistry of Hydrothermally - Altered Volcanic Rocks of the Upper Volcanic Cycle from the Eastern Pontides (Northeastern Turkey), Chem. Erde, 60, 81-95.
- Bektaş, O., 1984. Pontidlerde Üst Kretase yaşlı şoşonitik volkanizma ve jeotektonik önemi. KÜ Yerbilimleri Dergisi, , 1,2,3, 53-62.
- Bektaş, O., 1986. Paleostress Trajectories and Polyphase Rifting in Arc-Backarc of Eastern Pontides, M.T.A. Buulletin, 103-104, 1-15.
- Bektaş, O., Van, A. ve Boynukalın, S., 1987. Doğu Pontidler'de (Kuzeydoğu Türkiye) Jura volkanizması ve jeotektoniği,Türkiye Jeoloji Bülteni, 30, 9-19
- Bektaş, O., Çapkınoglu, S., 1997. Dogu Pontid Magmatik Arkında Neptüniyen Dayklar ve Blok Tektonigi , Mesozoyik Havzalarının Kinematigi ile ilgili bulgular, Geosound, 30, 451 - 461.
- Bektaş, O., Şen, C., Atıcı, Y. ve Köprübaşı, N., 1999. Migration of the Upper Cretaceous Subduction-Related volcanism towards The Back-Arc Basin of the Eastern Pontide Magmatic Arc (NE Turkey), Geological Journal, 34,95-106.
- Bowen, N. L., 1956. The Evolution of the Igneous Rocks. Dover Publication, New York, 332.
- Boynton, W.V., 1984. Geochemistry of the Rare Earth Elements: Meteorite Studies. In: Henderson, P., (ed), Rare Earth Element Geochemistry, Elsevier, 63-114.
- Boynukalın, S., 1990. Dereli (Giresun) Baraj Yeri ve Göl Alanının Mühendislik Jeolojisi ve Çevre Kayaçlarının Jeomekanik Özellikleri, Doktora Tezi, KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Boztug, D., Wagner, G.A., Erçin, A.7., Göç, D., Yegingil, Z., 7skenderoglu, A., Kuruçelik, M.K., Kömür, İ. ve Güngör, Y., 2002. Sphene and zircon fission-track geochronology unravelling subduction- and collision-related magma surges in the composite Kaçkar Batholith, Eastern Black Sea region, Turkey. 1st International Symposium of the Faculty of Mines (İTÜ) on Earth Sciences and Engineering, Istanbul, Turkey, Abstracts, p. 121.

- Çogulu, E., 1975. Gümüşhane ve Rize Granitik Plytonlarının Mukayeseli Petrojeolojik ve Jeokronometrik Etüdü, Doçentlik Tezi, İTÜ Maden Fakültesi, İstanbul (yayınlanmamış)
- Cox, K.G. ve Hawkesworth, C.J., 1985. Geochemical Stratigraphy of the Deccan Traps at Mhabaleshwar, Western Ghats, India, with Implication for Open System Magmatic Processes, *Jour. Petrol.*, 26, 355-388.
- Eğın, D.; Hirst, D.M. ve Philips, R., 1979. The Petrology and Geochemistry of Volcanic Rocks from the Northern Harşit River Area, Pontid Volcanic Province, Northeast Turkey, *Jour. Volcanol. Geotherm. Res.*, 105-123.
- Eren, M., 1983. Gümüşhane-Kale Arasının Jeolojisi ve Mikrofasiyes İncelemesi MMLS Tezi, KÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Erguvanlı, K., 1950. Trabzon-Gümüşhane arasındaki Bölgenin Jeolojik Etüdü, MTA Rap. no: 2273, Ankara.
- Eyüboğlu, Y., Bektas, O., Seren, A., Nafız, M., Jacoby, W.R. ve Özer, R., 2006. Three Axial Extensional Deformation and Formation of the Liassic Rift Basins in the Eastern Pontides (NE Turkey), *Geologica Carpathica*, 57, 5.
- Gattinger, T.E., 1962. 1:500 000 ölçekli Türkiye Jeoloji Haritası: Trabzon (Ed.Erentöz, C. ve Ketin, I.), MTA, 75 s.
- Gedik, A., Ercan, T., Korkmaz, S. ve Karatas, S., 1992. Rize-Fındıklı Çamlıhemşin Arasında (Doğu Karadeniz) Yer Alan Magmatik Kayaçların Petrolojisi ve Doğu Pontidlerdeki Bölgesel Yayılımları, *Türkiye Jeoloji Bülteni*, 35, 15-38.
- Gedik, İ., Kırmacı, Z., Çapkınoğlu, Ş., Özer, E. ve Eren, M., 1996. Doğu Pontidler'in Jeolojik Gelişimi, K.T.Ü., Jeoloji Müh. Böl. 30. Yıl Semp., Trabzon, Bildiriler-II, 654—677.
- Gedikoğlu, A., 1978. Harşit Granit Karmaşığı ve Çevre Kayaçları, Doçentlik Tezi, KTÜ Yer Bilimleri Fakültesi, Trabzon.
- Gedikoğlu, A., Pelin, S., Özsayar, T., 1979. The main Lines of Geotectonic development in the East Pontids in the Mesozoic era, *Geocome-I*, 555-580.
- Gülübrahimoğlu, 7., Nalbantoglu, A. K., Saraloglu. A., Doksanbir, T., Yagcı, A., ve Kırcı, M., 1985. Trabzon-Maçka Güneyi Yöresinin Jeoloji Raporu, MTA proje No: 383, Ankara.
- Güngör, Y., Boztug, D. ve Yılmaz, O., 1997. Kaçkar batoliti Altıparmak dağı- Soğanlı dağı arası (GD Çamlıhemşin-Rize) kesiminin petrografik, jeokimyasal ve petrojenetik incelenmesi. Çukurova Üniversitesinde Jeoloji Mühendisliği Eğitiminin 20. Yılı Sempozyumu, 30 Nisan - 3 Mayıs 1997, Adana, Bildiri Özleri, s. 223-224.
- Güven, İ. H., 1993. Doğu Pontidlerin Jeolojisi ve 1/250 000 ölçekli kompilasyonu. MTA, Ankara (yayınlanmamış)

- Hamilton, W. J., *Researches in Asia Minor, Pontus and Armenia*, London, 1842
- Hoskin, P.W.O. ve Wysoczanski, R.J., 1998. In situ Accurate and Precise Lead Isotopic Analysis of Ultra-Small Analyte Volumes ($10^{-16}m^3$) of Solid Inorganic Samples by High Mass Resolution Secondary ION Mass Spectrometry, *Jour. Analytical Atomic Spectrometry*, 13, 597-601.
- JICA., 1985. The Republic of Turkey report on the cooperative mineral exploration of Gümüşhane area, Phase 1. Japan international cooperation agency metal mining agency of Japan.
- Kaygusuz A., ve Sen C., 1998. Torul (Gümüşhane, KD Türkiye) Granitoidinin Petrografik ve Kimyasal Karakterleri, Türkiye Cumhuriyeti'nin 75. Yılında Fırat Üniversitesi'nde Jeoloji Mühendisliği Eğitiminin 20. Yılı Sempozyumu Bildiri Özleri, 14-15.
- Kaygusuz, A., 2000. Torul ve çevresinde yüzeyleyen kayaçların petrografik ve jeokimyasal incelenmesi, Doktora Tezi, KTÜ, Fen. Bil. Enst., 235 sayfa, Trabzon
- Kazmin, Ö.G., Sbortskiyhikov, I.M., Ricov, L.E., Zonenshain, L.P., Bovlin, ve J., Knipper, A.L., 1986. Volcanic Belt as makers of the Mesozoic-Cenozoic active magrin of Eurasia, *Tectonophysics*, volume 123, No. 1-4 special Issue, Evolution of the Tethys.
- Ketin, İ., 1966. Türkiye'nin Tektonik Birlikleri, MTA Yayınları, 66,
- Ketin, İ. ve Canitez, N., 1972. Yapısal Jeoloji, İTÜ Kütüphanesi, 520, İstanbul.
- Kırmacı, Z., 1992. Alucra-Gümüşhane-Bayburt Yörelerindeki (Doğu Pontid Güney Zonu) Üst Jura- Alt Kretase Yaşlı Berdiga Kireçtaşı'nın Sedimantolojik İncelenmesi, K.T.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Korkmaz, S., 1993. Tonya-Düzköy (GB Trabzon) Yöresinin Stratigrafisi, K.T.Ü. Jeoloji Müh. Bölümü 30. Yıl Sempozyumu, Bildiri Özleri, Trabzon, 107.
- Korkmaz, S. ve Van, A., 1995. Trabzon Kıyı Bölgesinin Stratigrafisi, K.T.Ü. Jeoloji Müh. Bölümü 30. Yıl Sempozyumu, Bildiri Özleri, Trabzon, 107.
- Köprübası, N., 1993. Tirebolu-Harsit (Giresun) arası Jura-Kretase Yaşlı Magmatik Kayaçların Petrolojisi ve Jeokimyası, Türkiye Jeoloji Bülteni, 36, 139-150.
- Köprübası, N., Sen, C. ve Kaygusuz, A., 2000. Doğu Pontid Adayayı Granitoidlerin Karşılaştırılmalı Petrografik ve Kimyasal Özellikleri, Uygulamalı Yerbilimleri, 1, 111-120
- Le Maitre, R. W., Bateman, P., Dudek, A., Keller, J., Lameyre Le Bas, M. J., Sabine, P. A., Schmid, R., Sorenson, H., Streckeisen, A., Woolley, A. R., ve Zanettin, B., 1989. *Classification of Igneous Rocks and Glossary of Terms* Blackwell, Oxford.

- Maucher, A., 1958 a, 25.8.1957-5.10.1957 Tarihleri Arasında Giresun vilayetinin Tirebolu Bölgesi'nde Yapılan Maden Jeolojisi Çalışmaları Hakkında Rapor, MTA rap. No: 545, Ankara.
- Manetti P., Peccerillo A., Poli G., ve Corsini F., 1983. Petrochemical constraints on the models of cretaceous-eocene tectonic evolution of the eastern pontid chain (Turkey), *Cretaceous Res.* 4, 159-172.
- Müler, D., Rock, N.M.S. ve Groves, D.I., 1992. Geochemical Discrimination between Shoshonitic and potassic Volcanic Rocks in Different Tectonic Settings: A Plot Study, *Mineral. Petrol.*, 46, 259-289.
- Özdoğan, K., 1992. Karadağ (Torul-Gümüşhane) ve Yakın Çevresinin Jeolojisi Mineralojisi-Petrografisi ve Maden Zuhurlarının Jenetik İncelenmesi, Doktora Tezi, Selçuk Üniv. Fen Bil. Enstitüsü, Konya.
- Özsayar, T., Pelin, S. ve Gedikoğlu, A., 1981. Doğu Pontidler'de Kretase, *KTÜ Yer Bilimleri Dergisi*, Cilt 1, S.2, 65-114, Trabzon
- Özsayar, T., 1987. Trabzon Kıyı Bölgesinde Volkanitlerin Yaşına İlişkin Veriler: Türkiye of the sub-continental lithosphere in magma genesis at active Jeoloji Kurultayı 1987 Bildiri Özetleri Kitabı, 37,
- Pearce, J. A., 1982. Trace element characteristics of lavas from destructive plate margins in: Thorpe R. S (Eds) *Andesites: Orogenic Andesites ve Related Rocks*, John Wiley, New York, 525-548
- Pearce, J. A., 1983. Role continental margin, In; Hawkesworth, C. J. Ve Norry, M. J. (Eds) *Continental Basalts and Mantle Xenoliths*, Shiva, Chenshire, 230-249
- Pelin, S., 1977. Alucra (Giresun) Güneydoğu Yöresinin Petrol Olanakları Bakımından İncelenmesi, Doçentlik Tezi, Trabzon.
- Schultze-Westrum, H.H., 1961. Kuzeydogu Anadoluda Dogu Pontus Mineral Bölgesinin Jeolojisi ve Maden Yatakları ile ilgili Mütaalalar, *MTA Dergisi*, sayı 57, s. 63-71
- Sun, S., ve McDonough, Q. F., 1989. Chemical and isotopic systematics of oceanic basalts; implications for mantle compositions and processes. In Saunders, A. D., & Norry, M. J. (Eds) *Magmatism in the ocean basins*, *Geol. Soc. London Spec. Publ.*, 42, 312-345.
- Şahin, S. Y., Güngör, Y. ve Boztuğ, D., 2004. Comparative Petrogenetic investigation of Composite Kaçar Batholith Granitoids in Eastern Pontide Magmatic Arc, Northern Turkey. *Earth Planets Space*, 56, 429-446
- Şen, C., Arslan, M. ve Van, A., 1998, Geochemical and petrological Characteristics of the Eastern Pontide Eocene(?) Alkaline Volcanic Province, NE Turkey, *Turk. Jour. Earth Sci.*, 7, 231-239.

- Şen, C. ve Kaygusuz, A. 1998. Doğu Pontid ada yayı granitoidlerin karşılaştırılmalı petrografik ve kimyasal özellikleri, KD Türkiye. Türkiye Cumhuriyeti'nin 75. Yılında Fırat Üniversitesi'nde Jeoloji Mühendisliği Eğitiminin 20. Yılı Sempozyumu Bildiri Özleri Kitabı, Elazığ, 12-13
- Taşlı, K., 1984. Hamsiköy (Trabzon) Yöresinin Jeolojisi, Karadeniz Üniversitesi Jeoloji Dergisi, 3/1-2, 69-76.
- Tokel, S., 1972. Stratigraphical and Volcanic History of the Gümüşhane Region, Doktora Tezi, University College, London.
- Topuz, G., Altherr, R., Satır, M. ve Schwarz, WH, 2003. Low-Grade Metamorphic Rocks from the Pulur Complex, NE Turkey: Implications for the Pre-Liassic Evolution of the Eastern Pontides, Int. J. Earth Sci., 93, 72–91.
- Topuz, G., Altherr, R., Kalt, A., Satır, M., Werner, O. ve Schwarz, WH., 2004. Aluminous Granulites from the Pulur Complex, NE Turkey: a Case of Partial Melting, Efficient Melt Extraction and Crystallisation, Lithos, 72,183–207.
- Türk-Japon Ekibi, 1974. Trabzon Bölgesi Jeolojik Araştırma Raporu, M.T.A. Yayını, 185, Trabzon
- Türk-Japon Ekibi, 1985. The Republic of Turkey Report on the Cooperative Mineral Exploration of Gümüşhane Area, phase 1, 72 s.
- Van, A., 1990. Pontid Kusagında Artvin Bölgesinin Jeokimyası, Petrojenezi ve Msif Sülfür Mineralizasyonları, Doktora Tezi, KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Wijkerslooth, P., 1942. Giresun-Trabzon ve Gümüşhane Vilayetleri Dahilindeki Seyahatlerin Etüd Neticeleri ,MTA rap. No: 1383, Ankara
- Winchester, J. A., ve Floyd, P. A., 1976. Geochemical discrimination of different magma series and their differentiation products using immobile elements, Chem. Geol., 20, 97-127.
- Yılmaz, Y.,1972. Petrology and structure of the Gümüşhane granite and surrounding rocks, north-eastern Anatolia, Doktora tezi, London University, 260 sayfa.
- Yılmaz, Y., 1976. Geochemical Study of The Gümüşhane Granite, 7st. Üniv. Fen. Fak. Mec. Seri B, 39, 3-4 173-203
- Yılmaz, Y., 1984. Türkiye'nin Jeolojik Tarihinde Magmatik Etkinlik ve Tektonik Evrimle İlişkisi, Türkiye Jeoloji Bülteni, Ketin Sempozyumu, 63-81.
- Yılmaz, C., 1993. Accumulation Rates of Jurassic- Lower Cretaceous Sediments in the southern zone of the eastern pontides, giornale di geologia, 55/2, 131-135.
- Yılmaz, S. ve Boztuğ, D. 1996. Space and time relations of three plutonic phases in the Eastern Pontides, Turkey, International Geology Review ,38, 935– 956.

- Yılmaz, C. ve Karşlı, O., 1997. Maçka-Zigana (KD Türkiye) yöresinde Üst Kretse sürecindeki Yay İçi Çökel Kayıtları ve Bölge Jeolojisindeki Önemi, Geosound, 30, 331-340.
- Yılmaz, C. ve Korkmaz, S., 1999. Basin Development in the Eastern Pontides Jurassic Cretaceous, NE Turkey, Zbl. Geol. Pal., 410, 1485-1494.
- Yılmaz, C. ve Karşlı, O., 1999. Trabzon-Maçka Yöresindeki Kretase Yaşlı Kayaçların Birikim Koşulları: Karadeniz'in Açılmasına İlişkin Çökel Kayıtlar. TÜBİTAK-YDABÇAG, Proje No: 596/G
- Yılmaz, C., Şen, C. ve Özgür, S., 2001. Timing of the Earliest Andesitic Volcanicity Activity in the Eastern Pontide Volcanic Arc, Inter.Earth Sci. Coll. On the Aegean Region, İzmir, 47-55.
- Yılmaz C., Şen, C., Ceryan Ş., Kandemir, R., Karşlı O., Kara Bak T., 2005. Trabzon Kıyı Bölgesinin Pliyo-Kuvaterner Stratigrafisi, Türkiye Kuvaterner Sempozyumu
- Zankl, H., 1961. Magmatismus und Bauplan des Ostpontischen Gebirges im Querprofil des Harsit-Tales, NE Anatolien, Geol. Rdsch., 51, 218-239.
- Zankl, H., 1962. Magmatismus und Bauplan des Ostpontischen Gebirges im Querprofil des Harsit-Tales, Bayerische, Akademie der Wissenschaften, Abhandlungen, Neue Folge, München, Heft 109, 61-91.

7. EKLER

Ek Tablo 1. Tonya'da Eosen yaşlı Kabaköy Formasyonu'ndaki volkanik kayaların petrografik ve mineralojik özellikleri

Örnek No	Kayaç adı	Doku	Mineraller	İkincil Mineraller	Açıklamalar
T1 (dayk)	Olivin ojit bazalt	Mikrolitik porfirik	Kpir,ol,plj,ol Opak mineraller	Kalsit, Zeolit,Klorit	İri piroksen mineralleri bulunmakta, olivinler tamamen iskeletimsi bir halde ve kloritleşmiş bulunmakta, ikincil mineraller boşluk dolgusu şeklinde bulunmakta
T2	Olivin ojit bazalt	Mikrolitik porfirik	Kpir,ol,plj,ol Opak mineraller	Kalsit, Zeolit,Klorit	Olivinler iddingsitleşmeye uğramış gözükmemekte, boşluklarda kalsit ve zeolitler bulunmakta
T3	Bazaltı k tuf		Plj,Kpir,opak mineral	Kalsit	Kalsit minerali boşluk ve damar dolgusu şeklinde bulunmakta ve kayaç parçası içermekte
T4	Bazaltı k tuf		Plj,Kpir,opak mineral		Plj mineralleri oldukça bol görülmekte, kalsit mineralleri boşluk dolgusu şeklinde gözükmemekte ve bazaltik kayaç parçası içermekte
T5 (dayk)	Bazalt	Hyalomikrolitik k porfirik	Plj,Kpir,opak mineral	Kalsit	Oldukça büyük boyutta klinopiroksen mineralleri görülmekte ve plj mineralleri daha küçük taneler halinde görülmekte
T7	Olivin ojit bazalt	Mikrolitik porfirik, Yeryer intersertal doku	Plj,Kpir,ol, opak mineral	Kalsit	Olivinler bol miktarda görülmekte, plj mineralleri çok küçük boyutta görülmekte, bu plj'lar arasında küçük piroksenler bulunmakta

Ek Tablo 2. Yoroç'da Eosen yaşlı Kabaköy Formasyonu'ndaki volkanik kayaçların petrografik ve mineralojik özellikleri

Örnek No	Kayaç Adı	Doku	Mineraller	İkincil Mineraller	Açıklamalar
T8	Olivinojitt bazalt	Mikrolitik porfirik	Plj, Kpir, Olivin	Kalsit, Klorit	Olivinler iddingsitleşme çok büyük oranda görülmekte ve lösit mineralleri çok küçük boyutta ve az oranda bulunmakta, klinopiroksenler çok büyük boyutta görülmekte, kalsitler boşluk dolgusu şeklinde bulunmakta
T9	Lösitli bazalt	Mikrolitik porfirik	Plj, Olivin, Lösit	Kpir, Kalsit	Olivinler tamamen ayrırmış halde bulunmakta, Lösit mineralleri çok bol oranda bulunmakta
T10 (dayk)	Olivin ojit bazalt	Mikrolitik porfirik yer yer kümülofirik doku	Olivin, Kpir, Plj	Klorit	Bol oranda plj mineralleri bulunmakta, yer yer klinopiroksen kümelenmeleri görülmekte
T11	Lösitli bazalt	Mikrolitik porfirik, yeryer glomerofirik doku	Olivin, Kpir, Plj, Lösit	Kalsit, Klorit	Plj kümelenmeleri görülmekte, olivinler altere olmuş şekilde bulunmakta, kalsit minerali boşluk dolgusu şeklinde bulunmakta
T12	Ojitli Bazalt	Mikrolitik porfirik	Plj, Olivin	Kpir, Kalsit	Küçük boyutlu taneler halinde plj mineralleri bulunmakta, kalsit boşluk dolgusu şeklinde görülmekte, iri piroksen mineralleri bulunmakta

Ek Tablo 2'nin devamı

Örnek No	Kayaç Adı	Doku	Mineraller	İkincil Mineraller	Açıklamalar
T13 (dayk)	Traki bazalt	Hyalomikrolitik doku, fluidal doku	Plj,Kpir, Opak mineral	Kalsit	Kalsit damar dolgusu şeklinde görülmekte
T14 (dayk)	Traki bazalt	Hyalomikrolitik doku, fluidal doku	Plj,Kpir, Opak mineral	Kalsit	Kalsit damar dolgusu şeklinde görülmekte ve, hamurda çok küçük taneler halinde plj kristalleri bulunmaktadır
T15	Lösitli bazalt	Mikrolitik porfirik	Plj,Kpir,Lösit	Kalsit,Klorit, Zeolit	Kalsit boşluk dolgusu şeklinde görülmekte, küçük boyutta plj kristalleri bulunmaktadır
T16	Lösitli bazalt	Mikrolitik porfirik	Plj,Kpir,Lösit	Kalsit, Zeolit	Kalsit boşluk dolgusu şeklinde görülmekte, küçük klinopiroksen kristalleri bulunmaktadır
T17	Olivin-ojit azalt	Mikrolitik porfirik	Plj,Kpir,Olivin		Büyük boyutta piroksen kristalleri bulunmaktadır, yer yer plj kümelenmeleri görülmekte
T19 (dayk)	Lösitli bazalt	Mikrolitik porfirik	Plj,Kpir,Lösit		Yarıözsekilli- özsekilli klinopiroksenler bulunmaktadır, plj mineralleri daha küçük boyutta ve oldukça fazla bulunmaktadır

Ek Tablo 3. Tanjanta'ta Eosen yaşı Kabaköy Formasyonu'ndaki volkanik kayaların petrografik ve mineralojik özellikleri

Örnek No	Kayaç Adı	Doku	Mineraller	İkincil Mineraller	Açıklamalar
T20	Bazalt	Mikrolitik porfirik	Klinopiroksen, plajiyoklas, biyotit		Piroksenlerde zonlanma görülmekte, plajiyoklaslar yüksek girişim renkleri göstermekte, küçük latalar halinde biyotit görülmekte
T21 (dayk)	Bazalt				Kesit oldukça altere olduğundan mineraller çok belirgin görülememektedir.
T22 (dayk)	Bazalt	Mikrolitik porfirik	plajiyoklas, Klinopiroksen	kalsit	Yarıözsekili-özsekili klinopiroksenler bulunmakta, plajiyoklas mineralleri oldukça küçük boyutta ve çok fazla oranda bulunmakta.
T23	Ojütlü bazalt	Mikrolitik porfirik	Klinopiroksen, plajiyoklas, olivin		Plajiyoklaslar piroksenlere oranla oldukça küçük boyutta görülmekte klinopiroksenleri yarıözsekili-özsekili halde görülmekte ve zonlanmalar belirgindir, olivinler oldukça altere gözükmemekte.

ÖZGEÇMİŞ

Gülname REİSOĞLU, 1980 yılında Trabzon'da doğdu. 1987-1998 yılları arasında ilk, orta ve lise öğrenimini Trabzon'da tamamladı. 1998 yılında KTÜ Mühendislik- Mimarlık Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü'nde Lisans öğrenimine başladı. 2002 yılında lisans öğrenimini tamamladı. 2005 yılında KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Mühendislik Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Mineraloji ve Petrografi Ana Bilim Dalı'nda Yüksek Lisans öğrenimine başladı. Halen, KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü'nde yüksek lisansa devam eden Gülname REİSOĞLU iyi derecede İngilizce bilmektedir.